

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 8 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 5 2 5 5 9

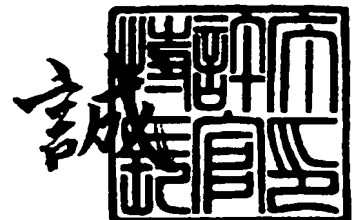
パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 2 5 2 5 5 9
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2 0 0 5 年 9 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office.

中 嶋



【官 報 名】 特 許 願
【整理番号】 TY314
【提出日】 平成16年 8月31日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F01L 13/00
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 立野 学
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 浅田 俊昭
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 江▲崎▼ 修一
【特許出願人】
 【識別番号】 000003207
 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100106150
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 英樹
 【電話番号】 03-5379-3088
 【連絡先】 担当
【代理人】
 【識別番号】 100082175
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高田 守
 【電話番号】 03-5379-3088
【選任した代理人】
 【識別番号】 100120499
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 平山 淳
 【電話番号】 03-5379-3088
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008268
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【請求項 1】

カム軸の回転に対するバルブの開弁特性を機械的に変化させる可変動弁装置であって、
前記カム軸に設けられた駆動カムと、
前記カム軸と平行に設けられ、回転角度を連続的に或いは多段階に変更可能な制御軸と

前記カム軸に平行な軸を中心として揺動する揺動部材と、

前記揺動部材に形成され、前記バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記バルブをリフト方向に押圧する揺動カム面と、

前記揺動部材に前記駆動カムと対向して形成されたスライド面と、

前記駆動カムと前記揺動部材との間に配置され、前記駆動カムのカム面と前記スライド面の双方に接触する中間部材と、

前記制御軸の回転に連動させて前記スライド面上での前記中間部材の位置を変化させる連動機構とを備え、

前記スライド面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が大きくなるほど前記カム軸の中心からの距離が大きくなるように前記駆動カム側に湾曲して形成され、

前記揺動カム面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が一定で前記バルブにリフトを与えない非作用面と、前記非作用面と連続して設けられ前記揺動部材の揺動中心からの距離が次第に大きくなるように形成された作用面とを含み、前記揺動部材の揺動に伴って前記バルブ支持部材の前記揺動カム面上での接触位置が前記非作用面上から前記作用面側へ移動するように構成されていることを特徴とする可変動弁装置。

【請求項 2】

前記中間部材の前記スライド面上での位置が前記揺動部材の揺動中心から遠ざかるほど、前記カム軸の同一回転角度において前記中間部材と接触する前記駆動カムの周方向位置は前記カム軸の進角側に移動することを特徴とする請求項 1 記載の可変動弁装置。

【請求項 3】

前記中間部材は、前記駆動カムのカム面に接触する第 1 ローラと、前記第 1 ローラに対して回転可能であって前記スライド面に接触する第 2 ローラとを含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の可変動弁装置。

【請求項 4】

前記揺動部材は、前記制御軸に回転可能に取り付けられて前記制御軸を中心として揺動することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の可変動弁装置。

【請求項 5】

前記連動機構は、前記制御軸に固定され前記制御軸の中心から偏心した位置に支点を有する制御部材と、前記支点に揺動可能に取り付けられ、前記中間部材を前記制御部材に連結する連結部材とを含むことを特徴とする請求項 4 記載の可変動弁装置。

【請求項 6】

前記制御部材は、前記制御軸から偏心した位置を中心とする円盤として構成され、

前記連結部材は、前記円盤の外周面に回転可能に取り付けられていることを特徴とする請求項 5 記載の可変動弁装置。

【請求項 7】

前記連動機構は、前記カム軸に回転可能に取り付けられた制御部材と、前記制御部材に取り付けられて前記中間部材を所定の経路に沿って移動可能に支持する支持部材と、前記制御部材の前記カム軸回りの回転を前記制御軸の回転に連動させる回転連動機構とを含むことを特徴とする請求項 4 項に記載の可変動弁装置。

【請求項 8】

前記支持部材は、前記制御部材と一体化されたガイドとして構成されていることを特徴とする請求項 7 記載の可変動弁装置。

【請求項 9】

前記支持部材は、前記制御部材に前記カム軸から偏心した位置を中心として揺動可能に

取付けられ、前記制御部材と前記中間部材とをリンクを有するリンク部材として構成されていることを特徴とする請求項 7 記載の可変動弁装置。

【請求項 10】

前記カム軸に前記駆動カムと並んで設けられた第 2 駆動カムと、
前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材と独立して揺動可能な第 2 揺動部材と、
前記第 2 揺動部材に形成され、前記バルブと並列に設けられた第 2 バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記第 2 バルブをリフト方向に押圧する第 2 揺動カム面と、
前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材及び前記第 2 揺動部材と独立して揺動可能であって前記第 2 駆動カムのカム面に接触する第 3 揺動部材と、
前記第 2 揺動部材を前記揺動部材と前記第 3 揺動部材の何れか一方に選択的に連結する連結切換手段と、
をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の可変動弁装置。

【発明の名称】可変動弁装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の可変動弁装置に関し、詳しくは、バルブの開弁特性を機械的に変更可能な可変動弁装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、特許文献1に開示されるように、エンジンの運転状況に応じてバルブのリフト量やバルブタイミングを機械的に変更する可変動弁装置が知られている。特許文献1に記載される可変動弁装置（以下、従来技術）では、カム軸と平行に設けられた制御軸に制御アームが固定され、この制御アームにフォロワの一方の端部が揺動自在に取り付けられている。また、制御軸には揺動カムが揺動自在に取り付けられ、その揺動カム面にロッカーアームが押し当てられている。フォロワには互いに独立回転可能な第1ローラと第2ローラとが同心に取り付けられており、第1ローラはカム軸の弁カムに当接し、第2ローラは揺動カムの揺動カム面とは逆側に形成された平面（当接面）に当接している。

【0003】

このような構成によれば、制御軸の回転により制御アームの回転位置が変更されることで、フォロワが変位して制御軸から揺動カムと第2ローラとの当接箇所までの距離が変化し、これによりバルブのリフト量を変更される。また、カム軸の同じ回転角度位置において第1ローラと当接する弁カムの周方向位置が変化することにより、同時にバルブタイミングも変更される。つまり、特許文献1に記載の従来技術によれば、モータにより制御軸の回転角を制御することで、バルブのリフト量とバルブタイミングを同時に変更することができる。

【特許文献1】特開2003-239712号公報

【特許文献2】特開平7-63023号公報

【特許文献3】特開2002-371816号公報

【特許文献4】特開2004-108302号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の従来技術では、制御アームの回転位置の変更によってフォロワが変位する際、フォロワの変位に追従して揺動カムも回転する。揺動カムが回転すると揺動カム面のロッカーアームとの当接位置が変更されることになり、上記の従来技術の場合は、制御軸から揺動カムと第2ローラとの当接箇所までの距離が短くなるほど、揺動カム面のロッカーアームとの当接位置はリフト量が増大する側に移動することになる。つまり、制御軸から揺動カムと第2ローラとの当接箇所までの距離の変化によってリフト量を変更されるとともに、揺動カム面のロッカーアームとの当接位置の変化によってもリフト量が増大することになる。

【0005】

このため、上記の従来技術では、リフト量の変化に比較してバルブタイミングの変化が小さくなってしまい、必要なリフト量の変化に対して必要なバルブタイミングの変更量を得ることができない可能性がある。

【0006】

なお、上記の従来技術のような可変動弁装置とは別に、クランク軸に対するカム軸の位相角を変化させることでバルブタイミングを可変制御する、いわゆるVVT等のバルブタイミング可変機構が知られている。このバルブタイミング可変機構を併用すれば、可変動弁装置では不十分なバルブタイミングの変化を所望のタイミングに補正することができる。しかし、その場合はコストが増大するだけでなく、2つの装置を協調制御することになるために制御遅れ等によって理想的なバルブタイミングーリフト特性を常年实现できると

は限つない。

【0007】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、リフト量の変化にバルブタイミングの変化を連動させて理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現できるようにした可変動弁装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、上記目的を達成するため、カム軸の回転に対するバルブの開弁特性を機械的に変化させる可変動弁装置であって、

前記カム軸に設けられた駆動カムと、

前記カム軸と平行に設けられ、回転角度を連続的に或いは多段階に変更可能な制御軸と

、
前記カム軸に平行な軸を中心として揺動する揺動部材と、

前記揺動部材に形成され、前記バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記バルブをリフト方向に押圧する揺動カム面と、

前記揺動部材に前記駆動カムと対向して形成されたスライド面と、

前記駆動カムと前記揺動部材との間に配置され、前記駆動カムのカム面と前記スライド面の双方に接触する中間部材と、

前記制御軸の回転に連動させて前記スライド面上での前記中間部材の位置を変化させる連動機構とを備え、

前記スライド面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が大きくなるほど前記カム軸の中心からの距離が大きくなるように前記駆動カム側に湾曲して形成され、

前記揺動カム面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が一定で前記バルブにリフトを与えない非作用面と、前記非作用面と連続して設けられ前記揺動部材の揺動中心からの距離が次第に大きくなるように形成された作用面とを含み、前記揺動部材の揺動に伴って前記バルブ支持部材の前記揺動カム面上での接触位置が前記非作用面上から前記作用面側へ移動するように構成されていることを特徴とする可変動弁装置。

【0009】

第2の発明は、上記第1の発明において、前記中間部材の前記スライド面上での位置が前記揺動部材の揺動中心から遠ざかるほど、前記カム軸の同一回転角度において前記中間部材と接触する前記駆動カムの周方向位置は前記カム軸の進角側に移動することを特徴としている。

【0010】

第3の発明は、上記第1又は第2の発明において、前記中間部材は、前記駆動カムのカム面に接触する第1ローラと、前記第1ローラに対して回転可能であって前記スライド面に接触する第2ローラとを含むことを特徴としている。

【0011】

第4の発明は、上記第1乃至第3の何れか1つの発明において、前記揺動部材は、前記制御軸に回転可能に取り付けられて前記制御軸を中心として揺動することを特徴としている。

【0012】

第5の発明は、上記第4の発明において、前記連動機構は、前記制御軸に固定され前記制御軸の中心から偏心した位置に支点を有する制御部材と、前記支点到に揺動可能に取り付けられ、前記中間部材を前記制御部材に連結する連結部材とを含むことを特徴としている。

【0013】

第6の発明は、上記第5の発明において、前記制御部材は、前記制御軸から偏心した位置を中心とする円盤として構成され、

前記連結部材は、前記円盤の外周面に回転可能に取り付けられていることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

第 7 の発明は、上記第 4 の発明において、前記連動機構は、前記カム軸に回転可能に取り付けられた制御部材と、前記制御部材に取り付けられて前記中間部材を所定の経路に沿って移動可能に支持する支持部材と、前記制御部材の前記カム軸回りの回転を前記制御軸の回転に連動させる回転連動機構とを含むことを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

第 8 の発明は、上記第 7 の発明において、前記支持部材は、前記制御部材と一体化され前記カム軸に対してほぼ垂直に延びるガイドとして構成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

第 9 の発明は、上記第 7 の発明において、前記支持部材は、前記制御部材に前記カム軸から偏心した位置を中心として揺動可能に取り付けられ、前記制御部材と前記中間部材とをリンク結合するリンク部材として構成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

第 1 0 の発明は、上記第 1 乃至第 9 の何れか 1 つの発明において、前記カム軸に前記駆動カムと並んで設けられた第 2 駆動カムと、

前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材と独立して揺動可能な第 2 揺動部材と、前記第 2 揺動部材に形成され、前記バルブと並列に設けられた第 2 バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記第 2 バルブをリフト方向に押圧する第 2 揺動カム面と、

前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材及び前記第 2 揺動部材と独立して揺動可能であって前記第 2 駆動カムのカム面に接触する第 3 揺動部材と、

前記第 2 揺動部材を前記揺動部材と前記第 3 揺動部材の何れか一方に選択的に連結する連結切換手段と、

をさらに備えることを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

第 1 の発明において制御軸の回転角度が変更されると、制御軸の回転は連動機構を介して中間部材に伝達され、中間部材のスライド面上での位置が変化する。中間部材のスライド面上での位置が変化する事で、揺動部材の揺動角幅や初期揺動角度が変化するようになる。具体的には、中間部材がスライド面上を先端側に移動するに従い、揺動部材の揺動角幅は小さくなる。また、スライド面は揺動部材の揺動中心からの距離が大きくなるほどカム軸の中心からの距離が大きくなるように駆動カム側に湾曲して形成されているので、中間部材がスライド面上を先端側に移動するに従い、揺動部材の初期揺動角度は小さくなる。バルブ支持部材の揺動カム面上での接触位置は、揺動部材の揺動に伴って非作用面上から作用面側へ移動する。そして、バルブ支持部材の作用面上での到達位置によってバルブのリフト量が決まり、バルブ支持部材が作用面上に位置している期間（クランク角）により作用角が決まる。このため、揺動部材の揺動角幅が小さくなったときには、リフト量及び作用角は減少する。さらに、揺動部材の初期揺動角度が小さくなることで、バルブ支持部材の揺動カム面上での初期位置は作用面から離れることになり、非作用面上でのバルブ支持部材の走行期間が増えることで作用角はさらに減少する。したがって、第 1 の発明によれば、作用角をリフト量の変化に応じて明確に変化させることができる。

【 0 0 1 9 】

また、中間部材のスライド面上での位置が変化する事で、同時に、カム軸が同一回転角度にあるときの中間部材の駆動カム面上での位置も変化する。中間部材の駆動カム面上での位置が変化する事で、カム軸の位相に対する揺動部材の揺動タイミングが変化する事になり、バルブタイミングが変化する。その際、スライド面が駆動カム側に湾曲して形成されることにより、中間部材の駆動カム面上での位置の変化に対し、揺動部材の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。したがって、第 1 の発明によれば、バルブタイミングの変化に対するリフト量及び作用角の変化を適度に抑えることができる。

【 0 0 2 0 】

以上のことがつ、第1の発明によれば、リフト量と作用角をバルブタイミングに連動させて変化させることができるだけでなく、バルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、リフト量、作用角、バルブタイミングの関係を最適化して理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

【0021】

カム軸の同一回転角度において中間部材と接触する駆動カムの周方向位置がカム軸の進角側に移動すると、揺動部材の揺動タイミングが早まることによってバルブタイミングは進角する。第2の発明によれば、中間部材がスライド面の先端にいくにしたがい、バルブタイミングが進角するので、リフト量及び作用角の減少に応じてバルブタイミングが進角するようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

【0022】

第3の発明によれば、中間部材として独立回転可能な2つのローラを有し、一方の第1ローラは駆動カムのカム面に接触させ、他方の第2ローラはスライド面に接触させるようになっているので、カム軸からバルブへの駆動力の伝達系内の摩擦損失を低減し、より効率良くバルブをリフト運動させることができる。

【0023】

第4の発明によれば、制御軸が揺動部材の軸として兼用されるので、構造を簡素化できるとともに剛性を高めることができる。

【0024】

第5の発明によれば、制御軸に固定された制御部材と中間部材とを連結部材で連結するという簡単な構成によって、制御軸の回転にスライド面上での中間部材の位置の変化を連動させることができる。

【0025】

第6の発明によれば、制御軸から偏心した位置を中心とする円盤が制御部材となり、連結部材はこの円盤の外周に回転可能に取り付けられているので、高い剛性を確保することができるとともに、高速運転時の作動安定性も実現することができる。

【0026】

第7の発明によれば、中間部材を支持する支持部材や制御部材は既存のカム軸の回りに配置されるので、装置全体をコンパクトに構成することができる。

【0027】

第8の発明によれば、支持部材が制御部材と一体化されたガイドとして構成されることで、バルブのリフト運動時に可動するのは揺動部材と中間部材のみとなり、可動部全体の慣性質量の増加を抑制することができる。

【0028】

第9の発明によれば、中間部材はリンク部材によって制御部材にリンク結合されるので、中間部材を制御部材に対して確実に位置決めすることができる。

【0029】

第10の発明によれば、第2揺動部材が上記の揺動部材に連結されたときには、カム軸の回転に対する第2バルブの開弁特性を制御軸の回転駆動量に応じて連続的に変化させることが可能になる。一方、第2揺動部材が第3揺動部材に連結されたときには、カム軸の回転に対する第2バルブの開弁特性は常に一定となる。したがって、第10の発明によれば、両バルブの開弁特性を異ならせることで気筒内のスワール制御を行ったり、一方のバルブのみを休止させたりすることも可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

実施の形態1.

以下、図1乃至図15を参照して、本発明の実施の形態1について説明する。

【0031】

【本実施形態の可変動弁装置の構成】

図1は、本発明の大型の形態1にかかる可変動弁装置100の構成を示す斜視図、図2は可変動弁装置100の構成を示す分解斜視図、図3は可変動弁装置100の構成を示す模式的な正面図である。本可変動弁装置100はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸120の回転運動がカム軸120に設けられた駆動カム122、222によってロッカーアーム（バルブ支持部材）110、210の揺動運動に変換され、各ロッカーアーム110、210に支持されるバルブ104、204の上下方向へのリフト運動に変換される。

【0032】

本可変動弁装置100では、2つのロッカーアーム110、210に対して2つの駆動カム122、222が設けられている。このうち第1駆動カム122と各ロッカーアーム110、210との間には、第1駆動カム122の回転運動に各ロッカーアーム110、210の揺動運動を連動させる可変機構130が設けられている。また、第2駆動カム222と第2ロッカーアーム210の間には、第2駆動カム222の回転運動に第2ロッカーアーム210の揺動運動を連動させる固定機構230が設けられている。

【0033】

可変機構130は、第1駆動カム122の回転運動と各ロッカーアーム110、210の揺動運動との連動状態を連続的に変化させる機構である。可変機構130は、以下に説明するように、制御軸132、制御アーム162、リンクアーム164、第1揺動カムアーム140、第1ローラ172、第2ローラ174、及び第2揺動カムアーム240を主たる構成部材として構成されている。制御軸132はカム軸120に平行に、カム軸120に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸132の回転角度は図示しないアクチュエータ（例えばモータ等）によって任意の角度に制御することができる。

【0034】

制御アーム162は制御軸132に一体的に固定されている。制御アーム162は制御軸132の径方向に突出しており、その突出部にリンクアーム164が取り付けられている。リンクアーム164は制御アーム162を挟むように制御アーム162の両側に設けられ、各リンクアーム164の後端部はピン166によって制御アーム162に回転自在に連結されている。ピン166の位置は制御軸132の中心から偏心しており、このピン166の位置がリンクアーム164の揺動中心となる。

【0035】

リンクアーム164は制御軸132に沿って湾曲して形成されている。左右のリンクアーム164の先端部は連結軸176によって互いに連結されている。左右のリンクアーム164間には第1ローラ172が配置され、第1ローラ172は連結軸176に回転自在に支持されている。また、左右のリンクアーム164の外側には第1ローラ172よりも小径の第2ローラ174が配置され、各第2ローラ174はそれぞれ連結軸176に回転自在に支持されている。これにより、2つのローラ172、174はピン166を中心にしてピン166から一定距離を保ちながら揺動できるようになっている。第1ローラ162には駆動カム122の駆動カム面124（124a、124b）が接触し、第2ローラ174には後述するスライド面156が接触している。

【0036】

なお、駆動カム面124はプロファイルの異なる2つのカム面から構成されている。一方のカム面である非作用面124aはカム軸120の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面124bはカム軸120の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面124aと作用面124bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面124と表記する。

【0037】

第1揺動カムアーム140は、制御アーム162を挟んでその両側に一対配置された第1アーム部150A及び第2アーム部150Bと、左右のアーム部150A、150Bの先端を連結する連結部154から構成されている。左右のアーム部150A、150Bは

ともに制御軸１３２に揺動可能に支持され、その一端を駆動カム１２２の回転方向の上方側に向けて配置されている。アーム部１５０Ａ、１５０Ｂは、制御軸１３２を中心にして左右一体となって揺動する。なお、本明細書では、第１アーム部１５０Ａと第２アーム部１５０Ｂの双方を区別しないときには、単にアーム部１５０と表記する。

【００３８】

各アーム部１５０のカム軸１２０に対向する側には、第２ローラ１７４に接触するスライド面１５６が形成されている。スライド面１５６は駆動カム１２２側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸１３２の中心から遠くなるほど駆動カム１２２のカム基礎円（非作用面１２４ａ）との距離が大きくなるように形成されている。このような形状にスライド面１５６に形成する方法としては、例えば、次の二つの方法がある。第１の方法は、図４に示すように、第２ローラ１７４が最も制御軸１３２の近くに位置している場合（後述する大リフト・大作用角時）を基準にして、制御軸１３２側から先端側に向けてスライド面１５６を形成する円弧の中心をカム中心から離す方法である。円弧の径Ｒはスライド面１５６上での位置によらず一定にする。第２の方法は、図５に示すように、第２ローラ１７４が最も制御軸１３２の近くに位置している場合（後述する大リフト・大作用角時）を基準にして、制御軸１３２側から先端側に向けてスライド面１５６の径を徐々に拡大する方法である。例えば図５中に示す２つの径Ｒ１、Ｒ２では、径Ｒ１よりも径Ｒ２の方が大きい。

【００３９】

アーム部１５０のスライド面１５６とは逆側には、揺動カム面１５２（１５２ａ、１５２ｂ）が形成されている。揺動カム面１５２は第１揺動カムアーム１４０の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面１５２ａと作用面１５２ｂから構成されている。そのうち非作用面１５２ａはアーム部１５０の軸中心側に設けられ、制御軸１３２の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面１５２ｂはアーム部１５０の先端側に設けられ、非作用面１５２ａに滑らかに連続するように接続されるとともに、アーム部１５０の先端に向けて制御軸１３２の中心からの距離（すなわち、カム高さ）が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面１５２ａと作用面１５２ｂの双方を区別しないときには、単に揺動カム面１５２と表記する。

【００４０】

また、各アーム部１５０には、図示しないロストモーションスプリングを掛けるためのバネ座面１５８が形成されている。バネ座面１５８は、非作用面１５２ａの後方にアーム部１５０の延伸方向とは逆方向に向けて形成されている。ロストモーションスプリングは圧縮バネであり、バネ座面１５８にはロストモーションスプリングからの付勢力が作用している。バネ座面１５８に作用する付勢力は、揺動カムアーム１４０を介してスライド面１５６を第２ローラ１７４に押し当てる付勢力として作用し、さらに、連結軸１７６を介して第１ローラ１７２を駆動カム面１２４に押し当てる付勢力として作用する。これにより、第１ローラ１７２及び第２ローラ１７４は、スライド面１５６と駆動カム面１２４とに両側から挟みこまれて位置決めされる。

【００４１】

第１アーム部１５０Ａの下方には、第１ロッカーアーム１１０が配置されている。第１ロッカーアーム１１０には、揺動カム面１５２に対向するようにロッカーローラ１１２が配置されている。ロッカーローラ１１２は第１ロッカーアーム１１０の中間部に回転自在に取り付けられている。第１ロッカーアーム１１０の一端にはバルブ１０４を支持するバルブシャフト１０２が取り付けられ、第１ロッカーアーム１１０の他端は油圧ラッシャアジャスタ１０６によって回転自在に支持されている。バルブシャフト１０２は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、第１ロッカーアーム１１０を押し上げる方向に付勢されている。第１ロッカーアーム１１０は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト１０２によって支持され、第１ロッカーローラ１１２は油圧ラッシャアジャスタ１０６によって第１アーム部１５０Ａの揺動カム面１５２に押し当てられている。

【 0 0 4 2 】

第2揺動カムアーム240は、第1揺動カムアーム140の第2アーム部150B側に隣接して配置され、制御軸132に回転自在に取り付けられている。第2揺動カムアーム240には、揺動カム面252（252a, 252b）が形成されている。揺動カム面252は第2揺動カムアーム240の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面252aと作用面252bから構成されている。第2揺動カムアーム240の揺動カム面252は、第1揺動カムアーム140の揺動カム面152と同一プロフィールに形成されている。本明細書では、非作用面252aと作用面252bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面252と表記する。

【 0 0 4 3 】

第2揺動カムアーム240の下方には、第2ロッカーアーム210が配置されている。第2ロッカーアーム110には、揺動カム面252に対向するようにロッカーローラ212が配置されている。ロッカーローラ212は第2ロッカーアーム210の中間部に回転自在に取り付けられている。第2ロッカーアーム210の一端には第2バルブ204を支持するバルブシャフト202が取り付けられ、第2ロッカーアーム210の他端は図示しない油圧ラッシャアジャスタによって回転自在に支持されている。バルブシャフト202は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、第2ロッカーアーム210を押し上げる方向に付勢されている。第2ロッカーアーム210は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト202によって支持され、第2ロッカーローラ212は油圧ラッシャアジャスタによって第2揺動カムアーム240の揺動カム面252に押し当てられている。

【 0 0 4 4 】

第2揺動カムアーム240にはピン孔256が形成されている。第1揺動カムアーム140の第2アーム部150Bにも、ピン孔256の位置に対応してピン孔142が形成されている。これら2つのピン孔256, 142をピン290で連結することにより、第2揺動カムアーム240は第1揺動カムアーム140と一体化され、制御軸132を中心にして一体的に揺動することになる。

【 0 0 4 5 】

固定機構230は、第2駆動カム222の回転運動と第2ロッカーアーム210の揺動運動とを一定の関係で連動させる機構である。固定機構230は、ロストモーションアーム（第3揺動部材）260、カムローラ262、及び前述の第2揺動カムアーム240から構成される。

【 0 0 4 6 】

ロストモーションアーム260は、第1揺動カムアーム140との間で第2揺動カムアーム240を挟むように第2揺動カムアーム240に隣接して配置され、制御軸132に回転自在に取り付けられている。このロストモーションアーム260に対向して第2駆動カム222が設けられている。

【 0 0 4 7 】

ロストモーションアーム260にはピン孔264が形成されている。このピン孔264と第2揺動カムアーム240のピン孔256とをピン290で連結することにより、第2揺動カムアーム240はロストモーションアーム260と一体化され、制御軸132を中心にして一体的に揺動することになる。なお、ピン290は、例えば油圧アクチュエータによってその軸方向に駆動され、ロストモーションアーム260のピン孔260と第1揺動カムアーム140のピン孔142の何れか一方にのみ選択的に挿入されるようになっている。

【 0 0 4 8 】

ロストモーションアーム260にはカムローラ262が回転自在に取り付けられている。ロストモーションアーム260には図示しないロストモーションスプリングからの付勢力が作用しており、カムローラ262はその付勢力によって第2駆動カム222の駆動カム面224（224a, 224b）に押し当てられている。カムローラ262は、ロスト

モーションカム２００が第２駆動カムノーム２４０に連動されたこと、揺動カム面１５２に対するカムローラ２６２の位置が大リフト時の揺動カム面１５２に対する第１ローラ１７２の位置（図６に示す位置）に一致するように配置されている。

【００４９】

なお、駆動カム面１２４はプロファイルの異なる非作用面２２４ aと作用面２２４ bから構成されている。第２駆動カム２２２の駆動カム面２２４は、第１駆動カム１２２の駆動カム面１２４と同一プロファイルに形成されている。本明細書では、非作用面２２４ aと作用面２２４ bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面２２４と表記する。

【００５０】

〔本実施形態の可変動弁装置の動作〕

次に、本可変動弁装置１００の動作について図６乃至図１１を参照して説明する。

【００５１】

（１）可変動弁装置のリフト動作

本可変動弁装置１００では、第１バルブ１０４のリフト運動は第１駆動カム１２２の回転運動に連動する。以下では、図６を参照して可変動弁装置１００の第１バルブ１０４のリフト動作について説明する。図中、（Ａ）はリフト動作の過程で第１バルブ１０４（図６中では省略）が閉弁しているときの可変動弁装置１００の状態を、また、（Ｂ）はリフト動作の過程でバルブ１０４が開弁しているときの可変動弁装置１００の状態を、それぞれ表している。

【００５２】

本可変動弁装置１００では、第１駆動カム１２２の回転運動は、先ず、駆動カム面１２４に接触する第１ローラ１７２に入力される。第１ローラ１７２は同軸一体に設けられた第２ローラ１７４とともにピン１６６を中心に揺動し、その運動は第２ローラ１６４を支持している揺動カムアーム１５０のスライド面１５６に入力される。このとき、駆動カム面１２４とスライド面１５６との間には速度差があるが、二つのローラ１７２、１７４は独立回転可能であるので、駆動力の伝達時の摩擦損失は低減されている。スライド面１５６はロストモーションスプリング（図示略）の付勢力によって常に第２ローラ１７４に押し当てられているので、揺動カムアーム１４０は第２ローラ１６４を介して伝達される駆動カム１２２の回転に応じて制御軸１３２を中心に揺動する。

【００５３】

具体的には、図６の（Ａ）に示す状態からカム軸１２０が回転すると、図６の（Ｂ）に示すように、第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での接触位置Ｐ１は非作用面１２４ aから作用面１２４ bへと移っていく。相対的に第１ローラ１７２は駆動カム１２２によって押し下げられていき、揺動カムアーム１４０はそのスライド面１５６を第１ローラ１７２と一体の第２ローラ１７４によって押し下げられる。これにより、揺動カムアーム１４０は制御軸１３２を中心に図中、時計回り方向に回動する。カム軸１２０がさらに回転し、第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での接触位置Ｐ１が作用面１２４ bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングとバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム１４０は制御軸１３２を中心に図中、反時計回り方向に回動する。

【００５４】

揺動カムアーム１４０が制御軸１３２を中心に回動することで、ロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での接触位置Ｐ３が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での接触位置をＰ３ i、Ｐ３ fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置Ｐ３ iと最終接触位置Ｐ３ fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での接触位置を指す場合には、接触位置Ｐ３と表記するものとする。

【００５５】

図６の（Ａ）に示すように、ロッカーローラ１１２が非作用面１５２ aに接触している場合には、非作用面１５２ aは制御軸１３２の中心からの距離が一定であるので、その接

・ 位置直にかかわり、ロッカーローラ１１２の空間内での位置は変化しない。したがって、第１ロッカーアーム１１０は揺動することがなく、第１バルブ１０４は一定位置に保持される。本可変動弁装置１００では、ロッカーローラ１１２が非作用面１５２ａに接触しているとき、バルブ１０４が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。

【００５６】

図６の（Ｂ）に示すように、ロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での接触位置Ｐ３が非作用面１５２ａから作用面１５２ｂに切り換わると、第１ロッカーアーム１１０は作用面１５２ｂの制御軸１３２の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ１０６による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、第１バルブ１０４は第１ロッカーアーム１１０によって押し下げられ、開弁する。

【００５７】

ところで、ロッカーローラ１１２の中心からカム軸１２０の中心へは、バルブ１０４のリフト運動に伴い、バルブスプリングの反力が作用する。このとき、例えば、揺動カムアーム１４０の他の部材との接触位置Ｐ２、Ｐ３を結ぶ線の方が、バルブスプリングの反力の作用方向とずれている場合には、揺動カムアーム１４０は梁要素によって力の伝達を行うことになる。しかし、梁要素での力の伝達には曲げ剛性の確保が必要になり、剛性が十分に確保されない状態で可変動弁装置１００を高速作動させようとすると、慣性力によって揺動カムアーム１４０に撓みが生じてしまう。揺動カムアーム１４０の撓みは、バルブ１０４の早期着座によるバウンス、バルブ１０４の開弁時におけるリフトの減少、或いは開弁不良等の不具合を招いてしまう。また、バルブ１０４の着座時のバウンスによる衝撃荷重によってバルブ１０４が損傷したり、梁要素によって発生するモーメント荷重によって軸受けの磨耗が進んだりする可能性もある。さらに、梁要素の剛性確保のために揺動カムアーム１４０を太くする必要が生じ、重量が増大してしまう可能性もある。重量増は、駆動力の伝達系内のフリクションを増大させて、燃費を悪化させてしまう。

【００５８】

図６は、可変動弁装置１００が第１バルブ１０４に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図６の（Ｂ）は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。バルブスプリングの反力は、図６の（Ｂ）に示す最大リフト時において最大となる。この図に示すように、可変動弁装置１００は、その最大リフト時において、第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での接触位置Ｐ１、第２ローラ１７４のスライド面１５６上での接触位置Ｐ２、及び、ロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での接触位置Ｐ３が、カム軸１２０の中心とロッカーローラ１１２の中心とを結ぶ直線（バルブスプリングの反力の作用線）上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。このように各部材間の接触位置Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３がバルブスプリングの反力の作用線上にほぼ並ぶことにより、各部材の梁要素による力の伝達をなくすることができ、装置全体の剛性を向上させることができる。

【００５９】

また、図６の（Ａ）に示すように、可変動弁装置１００は、バルブ１０４の開弁時においても、各部材間の接触位置Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３がカム軸１２０の中心とロッカーローラ１１２の中心とを結ぶ直線から大きく離れないように、リンクアーム１６４の揺動中心（ピン１６６）の位置を調整されている。これにより、バルブ１０４のリフト開始から最大リフトまで、カム軸１２０からロッカーローラ１１２へ常に効率良く駆動力を伝達することができる。

【００６０】

（２）可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図６及び図７を参照して可変動弁装置１００の第１バルブ１０４（図１参照、図中では省略）のリフト量変更動作について説明する。ここで、図７は可変動弁装置１００が第１バルブ１０４に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。前述のように、図６は可変動弁装置１００がバルブ１０４に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示している。各図中、（Ａ）はリフト動作の過程でバルブ１０

が閉弁しているときの可変動弁装置１００の状態を、また、（Ｄ）はリフト動作の過程でバルブ１０４が開弁しているときの可変動弁装置１００の状態を、それぞれ表している。

【００６１】

図６に示すリフト量から図７に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図６の（Ａ）に示す状態において制御軸１３２を回転駆動し、図７の（Ａ）に示す位置にピン１６６の位置Ｃ１を回転移動させる。第１ローラ１７２及び第２ローラ１７４は、リンクアーム１６４によってピン１６６の位置Ｃ１から一定距離に保持されている。このため、ピン１６６の位置Ｃ１の移動に伴い、図６の（Ａ）に示す位置から図７の（Ａ）に示す位置に、第２ローラ１７４はスライド面２５６に沿って制御軸１３２から遠ざかる方向に移動し、同時に、第１ローラ１７２は駆動カム面１２４に沿ってその回転方向の上流側に移動する。

【００６２】

第２ローラ１７４が制御軸１３２から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム１４０の揺動中心Ｃ０から第２ローラ１７４のスライド面１５６上での接触位置Ｐ２までの距離が長くなり、揺動カムアーム１４０の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム１４０の揺動角幅は揺動中心Ｃ０から振動の入力点までの距離に反比例するからである。第１バルブ１０４のリフトは、各図の（Ｂ）に示すように、第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での接触位置Ｐ１が作用面１２４ｂの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での接触位置Ｐ３ｆ（以下、最終接触位置）によって第１バルブ１０４のリフト量が決まる。図８は、ロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での位置とバルブリフトとの関係を示す図である。この図に示すように、最終接触位置Ｐ３ｆは、揺動カムアーム１４０の揺動角幅と、各図の（Ａ）に示すロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での接触位置Ｐ３ｉ（以下、初期接触位置）とによって決まる。

【００６３】

本実施形態の可変動弁装置１００では、スライド面１５６は、その揺動中心Ｃ０からの距離が大きいほど駆動カム１２２のカム基礎円（非作用面１２４ａ）との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置Ｐ２が揺動カムアーム１４０の揺動中心Ｃ０から遠ざかるほど、揺動カムアーム１４０はスライド面１５６が駆動カム面１２４に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム１４０は制御軸１３２を中心にして反時計回り方向に回動することになる。これにより、図７の（Ａ）に示すように、ロッカーローラ１１２の揺動カム面１５２上での初期接触位置Ｐ３ｉは作用面１５２ｂから遠ざかる方向に移動する。

【００６４】

上記のように制御軸１３２を回転させることで、揺動カムアーム１４０の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置Ｐ３ｉが作用面１５２ｂから遠ざかる方向に移動する。その結果、図８に示すように、ロッカーローラ１１２が到達できる最終接触位置Ｐ３ｆは非作用面１５２ａ側に移動することになり、バルブ１０４のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ１１２が作用面１５２ａ上に位置している期間（クランク角度）が、バルブ１０４の作用角となるが、最終接触位置Ｐ３ｆが非作用面１５２ａ側に移動することで、バルブ１０４の作用角も減少する。さらに、第１ローラ１７２がカム軸１２０の回転方向の上流側に移動することで、カム軸１２０が同一回転角度にあるときの第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での接触位置Ｐ１は、駆動カム１２２の進角側に移動する。これにより、カム軸１２０の位相に対する揺動カムアーム１４０の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング（最大リフトタイミング）は進角されることになる。

【００６５】

図９は可変動弁装置１００により実現されるバルブ１０４のリフト量とバルブタイミングとの関係を示すグラフである。この図に示すように、可変動弁装置１００によれば、バルブ１０４のリフト量の増大に連動して作用角を増大させるとともにバルブタイミングを遅角することができ、逆に、バルブ１０４のリフト量の減少に連動して作用角を減少させ

ることもバルブタイミングを遅延させることができる。なお、図9に小リフトに、バルブ104の開きタイミングは、バルブタイミングと作用角とによって決まる。図9中に記載されるように、最大リフト時からのリフト量の減少に応じて作用角が $\theta 2$ から $\theta 3$ に減少し、バルブタイミングが $\theta 1$ だけ進角したときのバルブ104の開きタイミングの遅角量 $\Delta \theta$ は、次の式(1)で表される。

$$\Delta \theta = (\theta 2 - \theta 3) / 2 - \theta 1 \quad \cdots (1)$$

【0066】

上記(1)式に示すように、最大リフト時の開きタイミングを基準としたときのバルブ104の開きタイミングの遅角量 $\Delta \theta$ は、作用角の変化量とバルブタイミングの変化量とを適宜設定することによって調整することができる。したがって、例えばバルブ104を吸気バルブとした場合、図10に示すように、大リフト・大作用角ほど開きタイミングを早めて排気バルブとのオーバーラップを増加させ、小リフト・小作用角ほど開きタイミングを遅らせて排気バルブとのオーバーラップを減少させるようにすることもできる。また、図11に示すように、リフト量や作用角にかかわらず、開きタイミングを常に一定にすることもできる。

【0067】

図10に示すバルブタイミングーリフト特性は、ガソリンエンジンの吸気バルブの制御に用いて好適である。ガソリンエンジンでは、高速で使用頻度の高い大リフト・大作用角では、開きタイミングを進角させたいという要求がある。これは、高速運転時には、吸気慣性効果や排気脈動といった動的効果による充填効率の向上を図るため、オーバーラップを大きくとる必要があるからである。一方、低速で 사용되는小リフト・小作用角では、開きタイミングは遅らせたい。低速ではオーバーラップがあると残留ガスが増加して逆に充填効率が低下してしまうからである。本実施形態の可変動弁装置100によれば、VVT等のバルブタイミング制御機構を用いることなく、図10に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。具体的には、バルブタイミングの進角量 $\theta 1$ を作用角変化量($\theta 2 - \theta 3$)の $1/2$ よりも小さく設定すればよい。

【0068】

図11に示すバルブタイミングーリフト特性は、ディーゼルエンジンの吸気バルブの制御に用いて好適である。高圧縮比でコンパクトな燃焼室が必要な場合、ピストンにバルブリセスを形成することができない。このため、ピストンスタンプのおそれを回避する必要から、ディーゼルエンジンでは、リフト量や作用角にかかわらず開きタイミングは常に一定にしたいという要求がある。本実施形態の可変動弁装置100によれば、図11に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。具体的には、バルブタイミングの進角量 $\theta 1$ を作用角変化量($\theta 2 - \theta 3$)の $1/2$ に設定すればよい。なお、上記の要求とは別に、低温始動時には始動性の向上のために開きタイミングを遅らせたいという要求がある。筒内の負圧を利用して吸気流速を増大させるとともに、そのエネルギーによって温度上昇をはかることができるからである。そこで、可変動弁装置100とは別にVVT等のバルブタイミング制御機構を備えている場合には、図11中に示すように、始動時には、バルブタイミング制御機構によってバルブタイミングを最遅角させるようにしてもよい。

【0069】

(3) 可変動弁装置の連動切替動作

次に、図3を参照して可変動弁装置100の第2バルブ204の連動切替動作について説明する。

【0070】

第2バルブ204のリフト運動の連動先は、ピン290の挿入先を切り替えることで、第1駆動カム122と第2駆動カム222との間で選択的に切り替えることができる。本実施形態では、ピン290、各ピン孔142、464、及びピン290を駆動する図示しないアクチュエータによって連結切替手段が構成されている。

【0071】

ピン２９０が第１揺動カムアーム１４０のピン孔１４２に挿入されているときには、第２揺動カムアーム２４０は第１揺動カムアーム１４０に連結され、第２バルブ２０４のリフト運動は、第１バルブ１０４のリフト運動と同じく第１駆動カム１２２の回転運動に連動する。第２揺動カムアーム２４０の揺動カム面２５２は第１揺動カムアーム１４０の揺動カム面１５２と同一のカムプロフィールを有しているので、第２バルブ２０４は第１バルブ１０４と同一の開弁特性でリフト運動することになる。

【００７２】

この場合、第２バルブ２０４の開弁特性は可変となる。制御軸１３２の回転角度を変化させることで、第２ローラ１７４のスライド面１５６上での接触位置Ｐ２と第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での接触位置Ｐ１は同時に変化し、第２バルブ２０４のリフト量とバルブタイミングは連動して変化する。

【００７３】

一方、ピン２９０の挿入先を第１揺動カムアーム１４０のピン孔１４２からロストモーションアーム２６０のピン孔４６４に切り替えたときには、第２揺動カムアーム２４０はロストモーションアーム２６０に連結され、第２バルブ２０４のリフト運動は第２駆動カム２２２の回転運動に連動する。揺動カム面２５２に対するカムローラ２６２の位置は大リフト時の揺動カム面１５２に対する第１ローラ１７２の位置に等しいため、第２バルブ２０４は第１バルブ１０４の大リフト時の開弁特性でリフト運動することになる。

【００７４】

この場合、第１バルブ１０４の開弁特性は可変でありリフト量を変更できるのに対し、第２バルブ２０４の開弁特性は固定となりリフト量は一定となる。したがって、第１バルブ１０４と第２バルブ２０４が同一気筒の吸気バルブの場合には、第１バルブ１０４のリフト量を変更して両バルブ１０４、２０４間のリフト量の差を制御することで、気筒内の混合気の流れを制御（スワール制御）することが可能になる。また、第１バルブ１０４の小リフト時のリフト量をゼロに設定しておけば、第１バルブ１０４のリフト運動を休止して、第２バルブ２０４からのみ混合気を吸入するようにすることも可能になる。

【００７５】

【本実施形態の可変動弁装置の利点】

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置１００によれば、制御軸１３２を回転駆動して制御カム１３４の回転角度を変化させることにより、第２ローラ１７４のスライド面上での接触位置Ｐ２と第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での接触位置Ｐ１を変化させ、その結果としてバルブ１０４のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。

【００７６】

しかもその際、スライド面１５６が湾曲して形成されることにより、第１ローラ１７２の駆動カム面１２４上での位置の変化に対し、揺動カムアーム１４０の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。ここで、図１２乃至図１５は、本実施形態の可変動弁装置１００の利点、特に、スライド面１５６が湾曲して形成されることによる利点を分かりやすく説明するための説明図である。図１２は本実施形態の可変動弁装置１００の可変機構を模式的に示した図であり、図１３は従来の可変動弁装置の可変機構を模式的に示した図である。両機構において共通する部分は同一の符号を付している。両機構とも、駆動カム面１４が形成されたカム軸１２に平行に、カム軸１２に対する相対位置を固定して制御軸２が配置されている。制御軸２には、制御軸２とともに回転する制御部材４が固定されるとともに、揺動部材８が揺動可能に取り付けられている。揺動部材８のカム軸１２に対向する側にはスライド面１０或いは２０が形成されている。図１２の機構では、スライド面１０はカム軸１２の回転方向に湾曲する曲面であるのに対し、図１３の機構では、スライド面２０は平面である。

【００７７】

スライド面１０或いは２０と駆動カム面１４との間には中間ローラ（中間部材）１６が配置され、中間ローラ１６はスライド面１０或いは２０と駆動カム面１４の双方に接触し

ている。中間ローラ 16 は連結部材 6 によって位置決めされている。この連結部材 6 の揺動中心 C 1 は、制御部材 4 によって制御軸 2 の中心 C 0 から偏心した位置に位置決めされている。連結部材 6 は、中間ローラ 16 の揺動中心 C 1 からの距離を一定に保持している。

【0078】

なお、本実施形態の可変動弁装置 100 のカム軸 120 は、図 12 に示す機構のカム軸 12 に対応し、駆動カム 122 の駆動カム面 124 は駆動カム面 14 に対応している。また、制御軸 132 は制御軸 12 に対応し、制御アーム 162 は制御部材 4 に対応している。また、揺動カムアーム 140 は揺動部材 8 に対応し、スライド面 156 はスライド面 10 に対応している。また、第 1 ローラ 162 と第 2 ローラ 164 が中間ローラ 16 に対応し、リンクアーム 164 は連結部材 6 に対応している。

【0079】

図 12、図 13 の機構において、制御軸 2 を回転駆動し、制御部材 4 を実線に示す位置から破線に示す位置に回転移動させる。この制御部材 4 の回転移動により、制御部材 4 によって位置決めされている連結部材 6 の揺動中心 C 1 は制御軸 2 の回りを回転移動する。中間ローラ 16 は駆動カム面 14 とスライド面 10 或いは 20 とに挟まれるとともに連結部材 6 によって揺動中心 C 1 からの距離を一定に保持されているので、揺動中心 C 1 の移動に応じてスライド面 10 と駆動カム面 14 との間を実線に示す位置から破線に示す位置に移動する。これにより、カム軸 12 が同一回転角度にあるときの中間ローラ 16 のスライド面 10 或いは 20 上での位置と駆動カム面 14 上での位置が連動して変化することになる。

【0080】

このとき、中間ローラ 16 が駆動カム面 14 とスライド面 10 或いは 20 とに挟まれながら移動することで、中間ローラ 16 の移動軌跡とスライド面 10 或いは 20 の設置位置との関係によってはスライド面 10 或いは 20 の位置が中間ローラ 16 の移動軌跡に合わせて変化し、揺動部材 8 の初期傾斜角度に変化が生じる。

【0081】

図 13 の機構では、中間ローラ 16 の移動軌跡が駆動カム面 14 に沿った円弧状であるのに対し、スライド面 20 は平面であるため、中間ローラ 16 の移動軌跡にスライド面 20 の設置位置が一致せず、スライド面 20 の位置は中間ローラ 16 の移動軌跡に合わせて大きく変化してしまう。これにより、図 7 中に破線で示すように、揺動部材 8 の初期傾斜角度に変化 $\Delta\theta$ が生じ、その結果、バルブのリフト量が大きく変化してしまう。

【0082】

これに対し、図 12 の機構では、スライド面 10 はカム軸 12 の回転方向に湾曲した曲面に形成されているので、図 13 の平面状のスライド面 20 に比較して、中間ローラ 16 の移動軌跡とスライド面 10 の設置位置とのずれは小さい。図 12 では特別なケースとしてスライド面 10 がカム軸 12 と同心の円弧を形成する場合について図示している。この場合は、中間ローラ 16 の移動軌跡はスライド面 10 の設置位置に一致するので、中間ローラ 16 の移動に伴ってスライド面 10 の位置が変化することはない。これにより、揺動部材 8 の初期傾斜角度は一定位置に保たれ、初期傾斜角度の変化によってバルブのリフト量が変化してしまうことは防止される。

【0083】

図 14 は、本実施形態の可変動弁装置 100 と従来の可変動弁装置とで、必要なバルブタイミングの変更量に対するリフト量の変更量を比較した図である。この図に示すように、小リフト時のリフト量を同一にした場合には、従来の可変動弁装置では、大リフト時のリフト量が過大になってしまう（設定 A）。逆に、大リフト時のリフト量を同一にした場合には、従来の可変動弁装置では、小リフト時のリフト量が過小になってしまう（設定 B）。この図からも分かるように、本実施形態の可変動弁装置 100 によれば、必要なバルブタイミングの変更量に対してリフト量の変更量が過大になることを防止することができる。

ただし、従来の可変動弁装置でも、カム軸 1 2 と制御軸 2 との位置関係を調整すれば、リフト量の変更量が過大になるのを抑制することができる。具体的には、図 1 5 に示すように、小リフト時と大リフト時とで揺動部材 8 の初期傾斜角度が変化しないよう、小リフト時のスライド面 2 0 の位置に合わせて大リフト時の中間ローラ 1 6 の位置（破線で示す位置）を決め、それに合わせてカム軸 1 2 の位置を決めることになる。図 1 5 中では、このようにして位置調整を行った場合のカム軸 1 2 の位置（実線で示す位置）と、本実施形態の可変動弁装置 1 0 0 に相当するカム軸 1 2 の位置（破線で示す位置）とを比較して示している。

【 0 0 8 5 】

しかしながら、図 1 5 中の 2 つのカム軸 1 2 の位置を比較して分かるように、従来の可変動弁装置の機構では、リフト量の変更量が過大になるのを抑制できたとしても、カム軸 1 2 と制御軸 2 との間の距離 W が拡大し、また、カム軸 1 2 の高さ H が高くなってしまう。すなわち、装置が大型化してしまう。この点、本実施形態の可変動弁装置 1 0 0 によれば、装置の大型化を招くことなく、リフト量の変更量が過大になるのを抑制して所望の開弁特性を得ることができる。

【 0 0 8 6 】

以上のように、本実施形態の可変動弁装置 1 0 0 によれば、バルブタイミングの変化に対するリフト量の過度の変化を抑制することができる。その結果、 VVT 等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、図 1 0 或いは図 1 1 で示すような理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

【 0 0 8 7 】

また、本実施形態の可変動弁装置 1 0 0 によれば、ピン 2 9 0 の挿入先を切り替えることで、第 2 バルブ 2 0 4 のリフト運動の連動先を第 1 駆動カム 1 2 2 と第 2 駆動カム 2 2 2 との間で選択的に切り替えることができる。第 2 バルブ 2 0 4 のリフト運動を第 1 駆動カム 1 2 2 に連動させる場合には、第 2 バルブ 2 0 4 の開弁特性を第 1 バルブ 1 0 4 のそれと一致させることができ、第 1 バルブ 1 0 4 と同様、第 2 バルブ 2 0 4 もリフト量とバルブタイミングを連動して変化させることが可能になる。第 2 バルブ 2 0 4 のリフト運動を第 2 駆動カム 2 2 2 に連動させる場合には、第 2 バルブ 2 0 4 の開弁特性を固定して両バルブ 1 0 4、2 0 4 間のリフト量の差を制御することで、スワール制御を行ったりバルブ休止を行ったりすることが可能になる。

【 0 0 8 8 】

実施の形態 2.

以下、図 1 6 乃至図 1 9 参照して、本発明の実施の形態 2 について説明する。

【 0 0 8 9 】

【本実施形態の可変動弁装置の構成】

図 1 6 は、本発明の実施の形態 2 にかかる可変動弁装置 3 0 0 の構成を示す斜視図、図 1 7 は、図 1 6 の A 方向の側面視図である。本可変動弁装置 3 0 0 はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸 3 2 0 の回転運動がカム軸 3 2 0 に設けられた駆動カム 3 2 2 によってロッカーアーム（バルブ支持部材）3 1 0 の揺動運動に変換され、ロッカーアーム 3 1 0 に支持されるバルブ 3 0 4 の上下方向へのリフト運動に変換される。

【 0 0 9 0 】

本可変動弁装置 3 0 0 も、実施の形態 1 と同様、駆動カム 3 2 2 とロッカーアーム 3 1 0 との間に、駆動カム 3 2 2 の回転運動にロッカーアーム 3 1 0 の揺動運動を連動させる可変機構 3 3 0 を介在させている。可変機構 3 3 0 は、以下に説明するように、制御軸 3 3 2、偏心円盤 3 3 4、揺動カムアーム 3 4 0、偏心アーム 3 6 0、第 1 ローラ 3 6 2、及び第 2 ローラ 3 6 4 を主たる構成部材として構成されている。制御軸 3 3 2 はカム軸 3 2 0 に平行に、カム軸 3 2 0 に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸 3 3 2 には図示しないアクチュエータ（例えばモータ）が接続されており、内燃機関の ECU は

ノブアームを制御することによって制御軸332の回転角度を任意の角度に調整することができる。

【0091】

偏心円盤334は、その中心C1を制御軸332の中心C0から偏心させた状態で制御軸332に一体的に固定されている。偏心円盤334の外周には偏心アーム360が取り付けられている。偏心アーム360は偏心円盤334の回りを自在に回転できる回転体である。これら偏心円盤334と偏心アーム360の組は制御軸332の軸方向に距離をあけて一対設けられている（図17では、奥側の偏心円盤334及び偏心アーム360のみ図示され手前側の偏心軸及び偏心軸アームは省略されている）。

【0092】

第1ローラ362及び第2ローラ364は、左右の偏心アーム360、360の間に配置されている。偏心アーム360は偏心円盤334の径方向に延びるアーム部366を有しており、2つのローラ362、364は左右のアーム部366によってそれぞれの両軸端を回転自在に支持されている。これにより、2つのローラ362、364は偏心円盤334の回りを偏心円盤334の中心から一定距離を保ちながら揺動できるようになっている。2つのローラ362、364は偏心円盤334の略周方向に並んで配置され、上方に位置する第1ローラ362は駆動カム322の駆動カム面324（324a、324b）に当接し、下方に位置する第2ローラ364は後述する揺動カムアーム340のスライド面356に当接している。

【0093】

なお、駆動カム面324はプロフィールの異なる2つのカム面から構成されている。一方のカム面である非作用面324aはカム軸320の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面324bはカム軸320の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面324aと作用面324bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面324と表記する。

【0094】

揺動カムアーム340は、2つの偏心円盤334の間に配置されている。揺動カムアーム340は、制御軸332の外周に回転自在に取り付けられた軸受け部342と、軸受け部342にぶら下がるカム部350から構成されている。カム部350は軸受け部342に一体的に接合されている。カム部350は、主に揺動カム面352（352a、352b）、スライド面356、及びバネ座面358の3つの面から構成されている。

【0095】

カム部350を構成する3つの面のうち、スライド面356とバネ座面358は軸受け部342から延びるように形成されており、スライド面356は駆動カム322に対向する側に、バネ座面358はその逆側に形成されている。スライド面356は駆動カム322の側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸332の中心から遠くなるほど駆動カム322のカム基礎円（非作用面324a）との距離が大きくなるように形成されている。スライド面356と駆動カム面324との間には、前述のように第1ローラ362と第2ローラ364とが位置している。バネ座面358には、空間内に一端を固定されたロストモーションスプリング390の他端が掛けられている。ロストモーションスプリング390は圧縮バネであり、バネ座面358にはロストモーションスプリング390からの付勢力が作用している。

【0096】

バネ座面358に作用する付勢力は、揺動カムアーム340を介してスライド面356を第2ローラ364に押し当てる付勢力として作用し、さらに、偏心アーム360を介して第1ローラ362を駆動カム面324に押し当てる付勢力として作用する。これにより、第1ローラ362及び第2ローラ364は、スライド面356と駆動カム面324とに両側から挟みこまれて位置決めされる。

【0097】

揺動カム面352は、ヘリコイド面352の一端とハネ座面352の另一端とを接続するよ
に形成されている。揺動カム面352は揺動カムアーム340の揺動中心をカム中心とす
るカム面であり、プロファイルの異なる非作用面352aと作用面352bから構成され
ている。そのうち非作用面352aはカム基礎円の周面であり、制御軸332の中心C0
からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面352bは、非作用面352
aから見てロストモーションスプリング390の押圧力による揺動カムアーム340の回
転方向（図17中では制御軸332を中心にして反時計回り方向）に設けられている。作
用面352bは非作用面352aと滑らかに連続するように接続されるとともに、前記回
転方向に向けて制御軸332の中心C0からの距離（すなわち、カム高さ）が次第に大き
くなるよう形成されている。本明細書では、非作用面352aと作用面352bの双方を
区別しないときには、単に揺動カム面352と表記する。

【0098】

揺動カム面352に対向するように、ロッカーアーム310のロッカーローラ312が
配置されている。ロッカーローラ312はロッカーアーム310の中間部に回転自在に取り
付けられている。ロッカーアーム310の一端にはバルブ304を支持するバルブシャ
フト302が取り付けられ、ロッカーアーム310の他端は油圧ラッシャアジャスタ30
6によって回転自在に支持されている。バルブシャフト302は図示しないバルブスプリ
ングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム310を押し上げる方向に付勢されて
いる。ロッカーアーム310は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト30
2によって支持され、ロッカーローラ312は油圧ラッシャアジャスタ306によって揺
動カム面352に押し当てられている。

【0099】

【本実施形態の可変動弁装置の動作】

次に、本可変動弁装置300の動作について図18及び図19を参照して説明する。

【0100】

（1）可変動弁装置のリフト動作

まず、図18を参照して可変動弁装置300のリフト動作について説明する。図中、（
A）はリフト動作の過程でバルブ304（図17参照、図18中では省略）が閉弁してい
るときの可変動弁装置300の状態を、また、（B）はリフト動作の過程でバルブ304
が開弁しているときの可変動弁装置300の状態を、それぞれ表している。

【0101】

本可変動弁装置300では、駆動カム322の回転運動は、まず、駆動カム面324に
接触する第1ローラ362を介して偏心アーム360に入力される。駆動カム322は、
スライド面356の先端側から制御軸332側へ、図中、時計回り方向に回転しているも
のとする。偏心アーム360は、空間内の位置を固定された偏心円盤334に回転自在に
支持されているので、入力される駆動カム322の回転運動に応じて偏心円盤334を中
心にして揺動する。偏心アーム360の揺動運動は、第2ローラ364を介して揺動カム
アーム340のスライド面356に入力される。スライド面356はロストモーションス
プリング390（図17参照、図18中では省略）の付勢力によって常に第2ローラ36
4に押し当てられているので、揺動カムアーム340は偏心アーム360の揺動運動に応
じて制御軸332を中心にして揺動する。

【0102】

具体的には、図18の（A）に示す状態からカム軸320が回転すると、図18の（B
）に示すように、第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1は非作用面3
24aから作用面324bへと移っていく。相対的に偏心アーム360は駆動カム322
によって押し下げられていき、揺動カムアーム340はそのスライド面356を偏心ア
ーム360によって押し下げられる。これにより、揺動カムアーム340は制御軸332を
中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸320がさらに回転し、第1ローラ3
62の駆動カム面324上での接触位置P1が作用面324bの頂部を過ぎると、今度は
ロストモーションスプリング390とバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カム

カム３４０は制御軸３３２を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。

【０１０３】

このように揺動カムアーム３４０が制御軸３３２を中心にして回転することで、ロッカーローラ３１２の揺動カム面３５２上での接触位置Ｐ３が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ３１２の揺動カム面３５２上での接触位置をＰ３_i、Ｐ３_fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置Ｐ３_iと最終接触位置Ｐ３_fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ３１２の揺動カム面３５２上での接触位置を指す場合には、接触位置Ｐ３と表記するものとする。

【０１０４】

図１８の（Ａ）に示すように、ロッカーローラ３１２が非作用面３５２_aに接触している場合には、非作用面３５２_aは制御軸３３２の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ３１２の空間内での位置は変化しない。したがって、ロッカーアーム３１０は揺動することがなく、バルブ３０４は一定位置に保持される。本可変動弁装置３００では、ロッカーローラ３１２が非作用面３５２_aに接触しているとき、バルブ３０４が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。

【０１０５】

図１８の（Ｂ）に示すように、ロッカーローラ３１２の揺動カム面３５２上での接触位置Ｐ３が非作用面３５２_aから作用面３５２_bに切り換わると、ロッカーアーム３１０は作用面３５２_bの制御軸３３２の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ３０６による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ３０４はロッカーアーム３１０によって押し下げられ、開弁する。

【０１０６】

なお、図１８は、可変動弁装置３００がバルブ３０４に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図１８の（Ｂ）は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。本実施形態の可変動弁装置３００も、実施の形態１と同様、その最大リフト時において、第１ローラ３６２の駆動カム面３２４上での接触位置Ｐ１、第２ローラ３６４のスライド面３５６上での接触位置Ｐ２、及び、ロッカーローラ３１２の揺動カム面３５２上での接触位置Ｐ３が、カム軸３２０の中心とロッカーローラ３１２の中心とを結ぶ直線上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。また、図１８の（Ａ）に示すように、バルブ３０４の閉弁時においても、各部材間の接触位置Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３がカム軸３２０の中心とロッカーローラ３１２の中心とを結ぶ直線から大きく離れないように、偏心円盤３３４の制御軸３３２に対する位置を調整されている。

【０１０７】

（２）可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図１８及び図１９を参照して可変動弁装置３００のリフト量変更動作について説明する。ここで、図１９は可変動弁装置３００がバルブ３０４（図１７参照、図中では省略）に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。各図中、（Ａ）はリフト動作の過程でバルブ３０４が閉弁しているときの可変動弁装置３００の状態を、また、（Ｂ）はリフト動作の過程でバルブ３０４が開弁しているときの可変動弁装置３００の状態を、それぞれ表している。

【０１０８】

図１８に示すリフト量から図１９に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図１８の（Ａ）に示す状態において制御軸３３２を回転駆動し、図１９の（Ａ）に示す位置に偏心円盤３３４の中心Ｃ１を回転移動させる。第１ローラ３６２及び第２ローラ３６４は、偏心アーム３６０によって偏心円盤３３４の中心Ｃ１から一定距離に保持されている。このため、偏心円盤３３４の中心Ｃ１の移動に伴い、図１８の（Ａ）に示す位置から図１９の（Ａ）に示す位置に、第２ローラ３６４はスライド面３５６に沿って制御軸３３２から遠ざかる方向に移動し、同時に、第１ローラ３６２は駆動カム面３２４に沿ってその回転方向の上流側に移動する。

【０１０９】

第2ローラ364が制御軸332が遠ざかる方向に移動すること、揺動カムアーム340の揺動中心C0から第2ローラ364のスライド面356上での接触位置P2までの距離が長くなり、揺動カムアーム340の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム340の揺動角幅は揺動中心C0から振動の入力点までの距離に反比例するからである。バルブ304のリフトは、各図の(B)に示すように、第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1が作用面324bの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置P3f(以下、最終接触位置)によってバルブ304のリフト量が決まる。この最終接触位置P3fは、実施の形態1の場合と同様(図8参照)、各図の(A)に示すロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置P3i(以下、初期接触位置)と、揺動カムアーム340の揺動角幅とによって決まる。

【0110】

本実施形態の可変動弁装置300では、スライド面356は、その揺動中心C0からの距離が大きいほど駆動カム322のカム基礎円(非作用面324a)との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置P2が揺動カムアーム340の揺動中心C0から遠ざかるほど、揺動カムアーム340はスライド面356が駆動カム面324に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム340は制御軸132を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図19の(A)に示すように、ロッカーローラ312の揺動カム面352上での初期接触位置P3iは作用面352bから遠ざかる方向に移動する。

【0111】

上記のように制御軸332を回転させることで、揺動カムアーム340の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置P3iが作用面352bから遠ざかる方向に移動する。その結果、ロッカーローラ312が到達できる最終接触位置P3fは非作用面352a側に移動することになり、バルブ304のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ312が作用面352a上に位置している期間(クランク角度)が、バルブ304の作用角となるが、最終接触位置P3fが非作用面352a側に移動することで、バルブ304の作用角も減少する。さらに、第1ローラ362がカム軸320の回転方向の上流側に移動することで、カム軸320が同一回転角度にあるときの第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1は、駆動カム322の進角側に移動する。これにより、カム軸320の位相に対する揺動カムアーム340の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング(最大リフトタイミング)は進角されることになる。

【0112】

【本実施形態の可変動弁装置の利点】

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置300によれば、制御軸332の回転角度を変化させることにより、第2ローラ364のスライド面356上での接触位置P2と第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1を変化させ、その結果としてバルブ304のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。しかもその際、スライド面356が湾曲して形成されることにより、第1ローラ362の駆動カム面324上での位置の変化に対し、揺動カムアーム340の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。

【0113】

したがって、本実施形態の可変動弁装置300によれば、実施の形態1の可変動弁装置100と同様、バルブタイミングの変化に対するリフト量の過度の変化を抑制することができ、VVV等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。つまり、本実施形態の可変動弁装置300によっても、図10や図11に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

【0114】

とつに、本実施形態の可変動弁装置の構成によれば、制御軸４３２に固定された偏心円盤３３４の外周面にローラ３６２、３６４を支持する偏心アーム３６０が回転自在に取り付けられるという構成により、高い剛性を確保することができるとともに、高速運転時の作動安定性も実現することができる。

【０１１５】

実施の形態３．

以下、図２０乃至図２２参照して、本発明の実施の形態３について説明する。

【０１１６】

【本実施形態の可変動弁装置の構成】

図２０は、本発明の実施の形態３にかかる可変動弁装置４００の構成を示す側面図である。本可変動弁装置４００はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸４２０の回転運動がカム軸４２０に設けられた駆動カム４２２によってロッカーアーム（バルブ支持部材）４１０の揺動運動に変換され、ロッカーアーム４１０に支持されるバルブ４０４の上下方向へのリフト運動に変換される。駆動カム４２２はプロファイルの異なる２つのカム面４２４ａ、４２４ｂを有している。一方のカム面である非作用面４２４ａはカム軸４２０の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面４２４ｂはカム軸４２０の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面４２４ａと作用面４２４ｂの双方を区別しないときには、単に駆動カム面４２４と表記する。

【０１１７】

本可変動弁装置４００も、実施の形態１と同様、駆動カム４２２とロッカーアーム４１０との間に、駆動カム４２２の回転運動にロッカーアーム４１０の揺動運動を連動させる連動可変機構４３０を介在させている。連動可変機構４３０は、以下に説明するように、制御軸４３２、揺動カムアーム（揺動部材）４５０、制御アーム（制御部材）４６０、第１ローラ４７０、第２ローラ４７２、及び、第１ローラ４７０と第２ローラ４７２を連結する連結軸４７４を主たる構成部材として構成されている。制御軸４３２は、カム軸４２０に平行な軸であって、ロッカーアーム４１０よりもカム軸４２０の回転方向の下流側にカム軸４２０に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸４３２の外周面には制御軸４３２と同心の第１ギヤ４３４が配置され、制御軸４３２に固定されている。また、制御軸４３２には図示しないアクチュエータ（例えばモータ）が接続されており、内燃機関のＥＣＵはアクチュエータを制御することによって制御軸４３２の回転角度を任意の角度に調整することができる。

【０１１８】

揺動カムアーム４５０は制御軸４３２に揺動可能に支持され、その先端を駆動カム４２２の回転方向の上流側に向けて配置されている。揺動カムアーム４５０の駆動カム４２２に対向する側には、後述する第２ローラ４７２に接触するスライド面４５６が形成されている。スライド面４５６は駆動カム４２２側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸４３２の中心から遠くなるほど駆動カム４２２のカム基礎円（非作用面４２４ａ）との距離が大きくなるように形成されている。

【０１１９】

一方、揺動カムアーム４５０のスライド面４５６とは逆側の面には、揺動カム面４５２（４５２ａ、４５２ｂ）が形成されている。揺動カム面４５２は揺動カムアーム４５０の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロファイルの異なる非作用面４５２ａと作用面４５２ｂから構成されている。そのうち非作用面４５２ａはカム基礎円の周面であり、制御軸４３２の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面４５２ｂは非作用面４５２ａから見て揺動カムアーム４５０の先端側に設けられ、非作用面４５２ａに滑らかに連続するように接続されるとともに、揺動カムアーム４５０の先端に向けて制御軸４３２の中心からの距離（すなわち、カム高さ）が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面４５２ａと作用面４５２ｂの双方を区別しないときには、単に揺動カム面４５２と表記する。

本可変動弁装置400は、1つの駆動カム422によって2つのバルブ404を駆動する1カム2弁駆動構造を採用している。このため、揺動カムアーム450は、駆動カム422の両側に一対配置されている（図20では手前側の揺動カムアーム450のみ図示されている）。そして、揺動カムアーム450毎にロッカーアーム410が配置されている。揺動カム面452は、ロッカーアーム410のロッカーローラ412に接触している。ロッカーローラ412はロッカーアーム410の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム410の一端にはバルブ404を支持するバルブシャフト402が取り付けられ、ロッカーアーム410の他端は油圧ラッシャアジャスタ406によって回転自在に支持されている。バルブシャフト402は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム410を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーアーム410は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト402によって支持され、ロッカーローラ412は油圧ラッシャアジャスタ406によって揺動カム面452に押し当てられている。

【0121】

また、揺動カムアーム450には、ロストモーションスプリング490を掛けるためのバネ座458が設けられている。バネ座458は、非作用面452aの後方に揺動カムアーム450の延伸方向とは逆方向に延びるように設けられている。ロストモーションスプリング490は圧縮バネであり、図示しない静止部材に他方の端部を固定されている。揺動カムアーム450は、ロストモーションスプリング490からバネ座458に作用するバネ力によってスライド面456側に回転するよう付勢されている。

【0122】

制御アーム460はカム軸420に回転可能に支持されている。制御アーム460には制御アーム460の回転中心、すなわち、カム軸420と同心の円弧に沿って形成された扇状の第2ギヤ462が設けられている。制御アーム460は第2ギヤ462が第1ギヤ434と同一面内に位置するようにカム軸420上の位置を調整され、また、第2ギヤ462が第1ギヤ434に対向するように回転位相を調整されている。第2ギヤ462は第1ギヤ434に噛み合わされ、制御軸432の回転が第1ギヤ434及び第2ギヤ462を介して制御アーム460に入力されるようになっている。つまり、第1ギヤ434と第2ギヤ462により、制御アーム460の回転を制御軸432の回転に連動させる連動機構が構成されている。また、第2ギヤ462の径は第1ギヤ434の径よりも大径に設定されており、第1ギヤ434と第2ギヤ462により、制御軸432の回転を減速して制御アーム460に伝達する減速機構が構成されてもいる。

【0123】

なお、制御アーム460は、駆動カム422の両側に一対設けられている（図20では手前側の制御アーム460のみ図示されている）。第1ギヤ434も制御アーム460に対応して左右の揺動カムアーム450の外側に一対設けられ、それぞれ対応する制御アーム460の第2ギヤ462に噛み合わされている。

【0124】

制御アーム460には、カム軸420の中心側から外側に向けて、すなわち、カム軸420の略径方向に延びるガイド466が一体的に形成されている。制御アーム460は、ガイド466が揺動カムアーム450のスライド面456に対して略直角に対向するようにカム軸420に対するおおよその回転角度を調整されている。前述のように制御アーム460は駆動カム422の両側に一対配置されており、左右それぞれの制御アーム460にガイド466が形成されている。左右のガイド466には連結軸474が通されており、連結軸474はガイド466に沿って移動可能になっている。この連結軸474上には、1つの第1ローラ470と、その両側に2つの第2ローラ472が回転自在に支持されている（図20では手前側の第2ローラ472のみ図示されている）。両ローラ470、472は駆動カム面424とスライド面456に挟まれるように配置されている。駆動カム面424には第1ローラ470が接触し、各揺動カムアーム450のスライド面456

には第2ローラ472が接触している。揺動カムアーム450のロストモーションスプリング490から受ける付勢力により、第2ローラ472はスライド面456によって押し上げられ、第2ローラ472と同軸一体の第1ローラ470は駆動カム面424に押し付けられている。

【0125】

〔本実施形態の可変動弁装置の動作〕

次に、本可変動弁装置400の動作について図21及び図22を参照して説明する。なお、図21及び図22では、ローラ470、472の動きがよく分かるように、手前側の制御アーム460と第1ギヤ434の図示は省略されている。

【0126】

（1）可変動弁装置のリフト動作

まず、図21を参照して可変動弁装置400のリフト動作について説明する。図中、（A）はリフト動作の過程でバルブ404が閉弁しているときの可変動弁装置400の状態を、また、（B）はリフト動作の過程でバルブ404が開弁しているときの可変動弁装置400の状態を、それぞれ表している。

【0127】

本可変動弁装置400では、駆動カム422の回転運動は、先ず、駆動カム面424に接触する第1ローラ470に入力される。第1ローラ470は同軸一体に設けられた第2ローラ472とともにガイド466に沿って往復運動する。このとき、制御アーム460は、カム軸420に対して自由回転可能であり、且つ、第1ギヤ434（図20参照）と第2ギヤ462を介して制御軸432に回転を拘束されているので、駆動カム422の回転にかかわらず一定の姿勢で静止している。ローラ470、472のガイド466に沿った往復運動は、第2ローラ472を支持している揺動カムアーム450のスライド面456に入力される。スライド面456はロストモーションスプリング（図示略）の付勢力によって常に第2ローラ472に押し当てられているので、揺動カムアーム450は駆動カム422の回転に応じて制御軸432を中心にして揺動する。

【0128】

具体的には、図21の（A）に示す状態からカム軸420が回転すると、図21の（B）に示すように、第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1は非作用面424aから作用面424bへと移っていく。相対的に第1ローラ470は駆動カム422によって押し下げられ、同軸一体の第2ローラ472とともにガイド466によって規定された軌跡に沿って回転する。これにより、揺動カムアーム450はそのスライド面456を第2ローラ472によって押し下げられ、制御軸432を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸420がさらに回転し、第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1が作用面424bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングとバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム450は制御軸432を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。

【0129】

このように揺動カムアーム450が制御軸432を中心にして回転することで、ロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置をP3i、P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。

【0130】

図21の（A）に示すように、ロッカーローラ412が非作用面452aに接触している場合には、非作用面452aは制御軸432の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ412の空間内での位置は変化しない。したがって、ロッカーアーム410は揺動することがなく、バルブ404は一定位置に保持される。本可変動弁装置400では、ロッカーローラ412が非作用面452aに接触していると

と、バルブ４０４が閉弁状態になるように各部品の位置関係が調整されている。

【０１３１】

そして、図２１の（Ｂ）に示すように、ロッカーローラ４１２の揺動カム面４５２上での接触位置Ｐ３が非作用面４５２ａから作用面４５２ｂに切り換わると、ロッカーアーム４１０は作用面４５２ｂの制御軸４３２の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシャアジャスタ４０６による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ４０４はロッカーアーム４１０によって押し下げられ、開弁する。

【０１３２】

なお、図２１は、可変動弁装置４００がバルブ４０４に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図２１の（Ｂ）は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。本実施形態の可変動弁装置４００も、実施の形態１と同様、その最大リフト時において、第１ローラ４７０の駆動カム面４２４上での接触位置Ｐ１、第２ローラ４７２のスライド面４５６上での接触位置Ｐ２、及び、ロッカーローラ４１２の揺動カム面４５２上での接触位置Ｐ３が、カム軸４２０の中心とロッカーローラ４１２の中心とを結ぶ直線上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。また、図２１の（Ａ）に示すように、バルブ４０４の開弁時においても、各部材間の接触位置Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３がカム軸４２０の中心とロッカーローラ４１２の中心とを結ぶ直線から大きく離れないように、カム軸４２０に対するガイド４６６の方向を設定されている。

【０１３３】

（２）可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図２１及び図２２を参照して可変動弁装置４００のリフト量変更動作について説明する。ここで、図２２は可変動弁装置４００がバルブ４０４に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。図中、（Ａ）はリフト動作の過程でバルブ４０４が開弁しているときの可変動弁装置４００の状態を、また、（Ｂ）はリフト動作の過程でバルブ４０４が開弁しているときの可変動弁装置４００の状態を、それぞれ表している。

【０１３４】

図２１に示すリフト量から図２２に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図２１の（Ａ）に示す状態において制御軸４３２をカム軸４２０の回転方向と同方向（図中、時計回り方向）に回転駆動し、図２２の（Ａ）に示す回転角度に制御アーム４６０を回転させる。制御アーム４６０の回転量は、制御軸４３２の回転量と、第１ギヤ４３４（図１参照）と第２ギヤ４６２のギヤ比によって決まる。両ローラ４７０、４７２は制御リンク１６４によって制御アーム４６０に連結されているので、制御アーム４６０の回転に伴い、第１ローラ４７０は駆動カム面４２４に沿ってカム軸４２０の回転方向の上流側に移動し、第２ローラ４７２はスライド面４５６に沿って制御軸４３２から遠ざかる方向に移動する。

【０１３５】

第２ローラ４７２が制御軸４３２から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム４５０の揺動中心Ｃ０から第２ローラ４７２のスライド面４５６上での接触位置Ｐ２までの距離が長くなり、揺動カムアーム４５０の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム４５０の揺動角幅は揺動中心Ｃ０から振動の入力点である接触位置Ｐ２までの距離に反比例するからである。バルブ４０４のリフトは、各図の（Ｂ）に示すように、第１ローラ４７０の駆動カム面４２４上での接触位置Ｐ１が作用面４２４ｂの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ４１２の揺動カム面４５２上での接触位置Ｐ３ｆ（以下、最終接触位置）によってバルブ４０４のリフト量が決まる。この最終接触位置Ｐ３ｆは、実施の形態１の場合と同様（図８参照）、前述の揺動カムアーム４５０の揺動角幅と、各図の（Ａ）に示すロッカーローラ４１２の揺動カム面４５２上での接触位置Ｐ３ｉ（以下、初期接触位置）とによって決まる。

【０１３６】

本実施形態の可変動弁装置４００では、スライド面４５６は、その揺動中心からの距離

が、入さないと揺動カム４５２のカム垂線（リフト面４５２ａ）との距離が小さくなるように形成されている。このため、上記の接触位置Ｐ２が揺動カムアーム４５０の揺動中心Ｃ０から遠ざかるほど、揺動カムアーム４５０はスライド面４５６が駆動カム面４２４に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム４５０は制御軸４３２を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図２２の（Ａ）に示すように、ロッカーローラ４１２の揺動カム面４５２上での初期接触位置Ｐ３ｉは作用面４５２ｂから遠ざかる方向に移動する。

【０１３７】

上記のように、制御軸４３２をカム軸４２０の回転方向と同方向に回転させると、揺動カムアーム４５０の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置Ｐ３ｉが作用面４５２ｂから遠ざかる方向に移動する。その結果、ロッカーローラ４１２が到達できる最終接触位置Ｐ３ｆは非作用面４５２ａ側に移動することになり、バルブ４０４のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ４１２が作用面４５２ａ上に位置している期間（クランク角度）が、バルブ４０４の作用角となるが、最終接触位置Ｐ３ｆが非作用面４５２ａ側に移動することで、バルブ４０４の作用角も減少する。さらに、第１ローラ４７０がカム軸４２０の回転方向の上流側に移動することで、カム軸４２０が同一回転角度にあるときの第１ローラ４７０の駆動カム面４２４上での接触位置Ｐ１は、駆動カム４２２の進角側に移動する。これにより、カム軸４２０の位相に対する揺動カム４５０の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング（最大リフトタイミング）は進角されることになる。

【０１３８】

【本実施形態の可変動弁装置の利点】

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置４００によれば、制御軸４３２の回転角度を変化させることにより、第２ローラ４７２のスライド面４５６上での接触位置Ｐ２と第１ローラ４７０の駆動カム面４２４上での接触位置Ｐ１を変化させ、その結果としてバルブ４０４のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。しかもその際、スライド面４５６が湾曲して形成されることにより、第１ローラ４７０の駆動カム面４２４上での位置の変化に対し、揺動カムアーム４５０の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。

【０１３９】

したがって、本実施形態の可変動弁装置４００によれば、実施の形態１の可変動弁装置１００と同様、バルブタイミングの変化に対するリフト量の過度の変化を抑制することができ、ＶＶＴ等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。つまり、本実施形態の可変動弁装置４００によっても、図１０や図１１に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

【０１４０】

さらに、本実施形態の可変動弁装置４００によれば、既存のカム軸４２０に制御アーム４６０が取り付けられ、この制御アーム４６０によってローラ４７０、４７２が支持されることで、装置全体をコンパクトに構成することができる。また、連動可変機構４３０のうち、バルブ４０４のリフト運動時に可動するのはローラ４７０、４７２と揺動カムアーム４５０のみであるので、可動部全体の慣性質量の増加は抑制されている。

【０１４１】

実施の形態４．

以下、図２３乃至図２５参照して、本発明の実施の形態４について説明する。

【０１４２】

【本実施形態の可変動弁装置の構成】

図２３は、本発明の実施の形態４にかかる可変動弁装置５００の構成を示す側面視図である。本可変動弁装置５００はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸５２０の回転運動がカム軸５２０に設けられた駆動カム５２２によってロッカーアーム（バル

ノ又付部材ノ 5 1 0 の揺動運動に変換され、ロッカーアーム 5 1 0 に又付されるバルブ 5 0 4 の上下方向へのリフト運動に変換される。駆動カム 5 2 2 はプロフィールの異なる 2 つのカム面 5 2 4 a、5 2 4 b を有している。一方のカム面である非作用面 5 2 4 a はカム軸 5 2 0 の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面 5 2 4 b はカム軸 5 2 0 の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面 5 2 4 a と作用面 5 2 4 b の双方を区別しないときには、単に駆動カム面 5 2 4 と表記する。

【0143】

本可変動弁装置 5 0 0 も、実施の形態 1 と同様、駆動カム 5 2 2 とロッカーアーム 5 1 0 との間に、駆動カム 5 2 2 の回転運動にロッカーアーム 5 1 0 の揺動運動を連動させる連動可変機構 2 3 0 を介在させている。連動可変機構 2 3 0 は、以下に説明するように、制御軸 5 3 2、揺動カムアーム（揺動部材）5 5 0、制御アーム（制御部材）5 6 0、制御リンク（リンク部材）5 6 4、第 1 ローラ 5 7 0、第 2 ローラ 5 7 2、及び、第 1 ローラ 5 7 0 と第 2 ローラ 5 7 2 を連結する連結軸 5 7 4 を主たる構成部材として構成されている。制御軸 5 3 2 は、カム軸 5 2 0 に平行な軸であって、ロッカーアーム 5 1 0 よりもカム軸 5 2 0 の回転方向の下流側にカム軸 5 2 0 に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸 5 3 2 の外周面には制御軸 5 3 2 と同心の第 1 ギヤ 5 3 4 が配置され、制御軸 5 3 2 に固定されている。また、制御軸 5 3 2 には図示しないアクチュエータ（例えばモータ）が接続されており、内燃機関の ECU はアクチュエータを制御することによって制御軸 5 3 2 の回転角度を任意の角度に調整することができる。

【0144】

揺動カムアーム 5 5 0 は制御軸 5 3 2 に揺動可能に支持され、その先端を駆動カム 5 2 2 の回転方向の上流側に向けて配置されている。揺動カムアーム 5 5 0 の駆動カム 5 2 2 に対向する側には、後述する第 2 ローラ 5 7 2 に接触するスライド面 5 5 6 が形成されている。スライド面 5 5 6 は駆動カム 5 2 2 側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸 5 3 2 の中心から遠くなるほど駆動カム 5 2 2 のカム基礎円（非作用面 5 2 2 a）との距離が大きくなるように形成されている。

【0145】

一方、揺動カムアーム 5 5 0 のスライド面 5 5 6 とは逆側の面には、揺動カム面 5 5 2（5 5 2 a、5 5 2 b）が形成されている。揺動カム面 5 5 2 は揺動カムアーム 5 5 0 の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面 5 5 2 a と作用面 5 5 2 b から構成されている。そのうち非作用面 5 5 2 a はカム基礎円の周面であり、制御軸 5 3 2 の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面 5 5 2 b は非作用面 5 5 2 a から見て揺動カムアーム 5 5 0 の先端側に設けられ、非作用面 5 5 2 a に滑らかに連続するように接続されるとともに、揺動カムアーム 5 5 0 の先端に向けて制御軸 5 3 2 の中心からの距離（すなわち、カム高さ）が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面 5 5 2 a と作用面 5 5 2 b の双方を区別しないときには、単に揺動カム面 5 5 2 と表記する。

【0146】

本可変動弁装置 5 0 0 は、1 つの駆動カム 5 2 2 によって 2 つのバルブ 5 0 4 を駆動する 1 カム 2 弁駆動構造を採用している。このため、揺動カムアーム 5 5 0 は、駆動カム 5 2 2 の両側に一対配置されている（図 23 では手前側の揺動カムアーム 5 5 0 のみ図示されている）。そして、揺動カムアーム 5 5 0 毎にロッカーアーム 5 1 0 が配置されている。揺動カムアーム 5 5 0 の揺動カム面 5 5 2 は、ロッカーアーム 5 1 0 のロッカーローラ 5 1 2 に接触している。ロッカーローラ 5 1 2 はロッカーアーム 5 1 0 の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム 5 1 0 の一端にはバルブ 5 0 4 を支持するバルブシャフト 5 0 2 が取り付けられ、ロッカーアーム 5 1 0 の他端は油圧ラッシュアジャスタ 5 0 6 によって回転自在に支持されている。バルブシャフト 5 0 2 は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム 5 1 0 を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーアーム 5 1 0 は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフ

によって支持され、ロスターローラ512は曲圧フックやフックヘッド511によって揺動カム面552に押し当てられている。

【0147】

また、揺動カムアーム550には、図示しないロストモーションスプリングを掛けるためのバネ座面558が形成されている。バネ座面558は、非作用面552aに関し作用面556bとは逆側に形成されている。ロストモーションスプリングは圧縮バネであり、図示しない静止部材に他方の端部を固定されている。揺動カムアーム550は、ロストモーションスプリングからバネ座面558に作用するバネ力によってスライド面556側に回転するよう付勢されている。

【0148】

制御アーム560はカム軸520に回転可能に支持されている。制御アーム560には制御アーム560の回転中心、すなわち、カム軸520と同心の円弧に沿って形成された扇状の第2ギヤ562が設けられている。制御アーム560は第2ギヤ562が第1ギヤ534と同一面内に位置するようにカム軸520上の位置を調整され、また、第2ギヤ562が第1ギヤ534に対向するように回転位相を調整されている。第2ギヤ562は第1ギヤ534に噛み合わされ、制御軸532の回転が第1ギヤ534及び第2ギヤ562を介して制御アーム560に輸入されるようになっている。つまり、第1ギヤ534と第2ギヤ562により、制御アーム560の回転を制御軸532の回転に連動させる回転連動機構が構成されている。また、第2ギヤ562の径は第1ギヤ534の径よりも大径に設定されており、第1ギヤ534と第2ギヤ562により、制御軸532の回転を減速して制御アーム560に伝達する減速機構が構成されてもいる。

【0149】

制御アーム560には、その回動中心であるカム軸520の中心から偏心した位置に制御リンク564が回転自在に取り付けられている。制御リンク564はその支点側の両端部に接続ピン566を備えており、この接続ピン566を制御アーム560に回転自在に支持されている。制御アーム560上での接続ピン566の位置は、制御アーム560の回動中心に関し第2ギヤ562のほぼ反対側となっている。制御リンク564は、接続ピン566を支点として先端を制御軸532に向けて配置されている。なお、制御アーム560は駆動カム522の両側に一対設けられ、左右の制御アーム560によって制御リンク564が支持されている（図23では手前側の制御アーム560は省略されている）。

【0150】

制御リンク564は、左右一対のアーム568を有しており、左右のアーム568によって連結軸574を支持している（図23では手前側のアーム568のみ図示されている）。連結軸574上には、1つの第1ローラ570と、その両側に2つの第2ローラ572が回転自在に支持されている（図23では手前側の第2ローラ572のみ図示されている）。制御リンク564は、揺動カムアーム550の延伸方向に対向するように先端を制御軸532の方向に向けて配置され、両ローラ570、572は駆動カム面524とスライド面556に挟まれるように配置されている。駆動カム面524には第1ローラ570が接触し、各揺動カムアーム550のスライド面556には第2ローラ572が接触している。揺動カムアーム550がロストモーションスプリングから受ける付勢力により、第2ローラ572はスライド面556によって押し上げられ、第2ローラ572と同軸一体の第1ローラ570は駆動カム面524に押し付けられている。

【0151】

【本実施形態の可変動弁装置の動作】

次に、本可変動弁装置500の動作について図24及び図25を参照して説明する。

【0152】

（1）可変動弁装置のリフト動作

まず、図24を参照して可変動弁装置500のリフト動作について説明する。図中、（A）はリフト動作の過程でバルブ504が閉弁しているときの可変動弁装置500の状態を、また、（B）はリフト動作の過程でバルブ504が開弁しているときの可変動弁装置

じりりの状態を、でれてお表している。

【0153】

本可変動弁装置500では、駆動カム522の回転運動は、先ず、駆動カム面524に接触する第1ローラ570に入力される。第1ローラ570は同軸一体に設けられた第2ローラ572とともにピン566を中心に回転し、その運動は第2ローラ572を支持している揺動カムアーム550のスライド面556に入力される。スライド面556はロストモーションスプリング（図示略）の付勢力によって常に第2ローラ572に押し当てられているので、揺動カムアーム550は駆動カム522の回転に応じて制御軸532を中心にして揺動する。

【0154】

具体的には、図24の（A）に示す状態からカム軸520が回転すると、図24の（B）に示すように、第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1は非作用面524aから作用面524bへと移っていく。相対的に第1ローラ570は駆動カム522によって押し下げられ、同軸一体の第2ローラ572とともに制御リンク564によって規定された軌跡に沿って回転する。これにより、揺動カムアーム550はそのスライド面556を第2ローラ572によって押し下げられ、制御軸532を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸520がさらに回転し、第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1が作用面524bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム550は制御軸532を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。

【0155】

このように揺動カムアーム550が制御軸532を中心にして回転することで、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置をP3i、P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。

【0156】

図24の（A）に示すように、ロッカーローラ512が非作用面552aに接触している場合には、非作用面552aは制御軸532の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ512の空間内での位置は変化しない。したがって、ロッカーアーム510は揺動することがなく、バルブ504は一定位置に保持される。本可変動弁装置500では、ロッカーローラ512が非作用面552aに接触しているとき、バルブ504が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。

【0157】

そして、図24の（B）に示すように、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3が非作用面552aから作用面552bに切り換わると、ロッカーアーム510は作用面552bの制御軸532の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシャアジャスタ106による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ504はロッカーアーム510によって押し下げられ、開弁する。

【0158】

なお、図24は、可変動弁装置500がバルブ504に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図24の（B）は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。本実施形態の可変動弁装置500も、実施の形態1と同様、その最大リフト時において、第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1、第2ローラ572のスライド面556上での接触位置P2、及び、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3が、カム軸520の中心とロッカーローラ512の中心とを結ぶ直線上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。また、図24の（A）に示すように、バルブ504の開弁時においても、各部材間の接触位置P1、P2、P3がカム軸520の中心とロッカーローラ512の中心とを結ぶ直線から大きく離れないよう

に、制御リンク５０４の揺動中心（Ｃ０）のカム軸５２０に対する位置を調整されている。

【０１５９】

（２）可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図２４及び図２５を参照して可変動弁装置５００のリフト量変更動作について説明する。ここで、図２５は可変動弁装置５００がバルブ５０４に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している各図中、（Ａ）はリフト動作の過程でバルブ５０４が閉弁しているときの可変動弁装置５００の状態を、また、（Ｂ）はリフト動作の過程でバルブ５０４が開弁しているときの可変動弁装置５００の状態を、それぞれ表している。

【０１６０】

図２４に示すリフト量から図２５に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図２４の（Ａ）に示す状態において制御軸５３２をカム軸５２０の回転方向と同方向（図中、時計回り方向）に回転駆動し、図２５の（Ａ）に示す回転角度に制御アーム５６０を回転させる。制御アーム５６０の回転量は、制御軸５３２の回転量と、第１ギヤ５３４（図２３参照）と第２ギヤ５６２のギヤ比によって決まる。両ローラ５７０、５７２は制御リンク５６４によって制御アーム５６０に連結されているので、制御アーム５６０の回転に伴い、第１ローラ５７０は駆動カム面５２４に沿ってカム軸５２０の回転方向の上流側に移動し、第２ローラ５７２はスライド面５５６に沿って制御軸５３２から遠ざかる方向に移動する。

【０１６１】

第２ローラ５７２が制御軸５３２から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム５５０の揺動中心Ｃ０から第２ローラ５７２のスライド面５５６上での接触位置Ｐ２までの距離が長くなり、揺動カムアーム５５０の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム５５０の揺動角幅は揺動中心Ｃ０から振動の入力点である接触位置Ｐ２までの距離に反比例するからである。バルブ５０４のリフトは、各図の（Ｂ）に示すように、第１ローラ５７０の駆動カム面５２４上での接触位置Ｐ１が作用面５２４ｂの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ５１２の揺動カム面５５２上での接触位置Ｐ３ｆ（以下、最終接触位置）によってバルブ５０４のリフト量が決まる。この最終接触位置Ｐ３ｆは、実施の形態１の場合と同様（図８参照）、前述の揺動カムアーム５５０の揺動角幅と、各図の（Ａ）に示すロッカーローラ５１２の揺動カム面５５２上での接触位置Ｐ３ｉ（以下、初期接触位置）とによって決まる。

【０１６２】

本実施形態の可変動弁装置５００では、スライド面５５６は、その揺動中心からの距離が大きいほど駆動カム５２２のカム基礎円（非作用面５２２ａ）との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置Ｐ２が揺動カムアーム５５０の揺動中心Ｃ０から遠ざかるほど、揺動カムアーム５５０はスライド面５５６が駆動カム面５２４に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム５５０は制御軸５３２を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図２５の（Ａ）に示すように、ロッカーローラ５１２の揺動カム面５５２上での初期接触位置Ｐ３ｉは作用面５５２ｂから遠ざかる方向に移動する。

【０１６３】

上記のように、制御軸５３２をカム軸５２０の回転方向と同方向に回転させると、揺動カムアーム５５０の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置Ｐ３ｉが作用面５５２ｂから遠ざかる方向に移動する。その結果、ロッカーローラ５１２が到達できる最終接触位置Ｐ３ｆは非作用面５５２ａ側に移動することになり、バルブ５０４のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ５１２が作用面５５２ｂ上に位置している期間（クランク角度）が、バルブ５０４の作用角となるが、最終接触位置Ｐ３ｆが非作用面５５２ａ側に移動することで、バルブ５０４の作用角も減少する。さらに、第１ローラ５７０がカム軸５２０の回転方向の上流側に移動することで、カム軸５２０が同一回転角度にあるときの第１

ローラ５７０の駆動カム面５２４上での接触位置Ｐ１は、揺動カム５５０の進丹間に移動する。これにより、カム軸５２０の位相に対する揺動カム５５０の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング（最大リフトタイミング）は進角されることになる。

【０１６４】

【本実施形態の可変動弁装置の利点】

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置５００によれば、制御軸５３２の回転角度を変化させることにより、第２ローラ５７２のスライド面５５６上での接触位置Ｐ２と第１ローラ５７０の駆動カム面５２４上での接触位置Ｐ１を変化させ、その結果としてバルブ５０４のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。しかもその際、スライド面５５６が湾曲して形成されることにより、第１ローラ５７０の駆動カム面５２４上での位置の変化に対し、揺動カムアーム５５０の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。

【０１６５】

したがって、本実施形態の可変動弁装置５００によれば、実施の形態１の可変動弁装置１００と同様、バルブタイミングの変化に対するリフト量の過度の変化を抑制することができ、ＶＶＴ等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。つまり、本実施形態の可変動弁装置５００によっても、図１０や図１１に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

【０１６６】

また、本実施形態の可変動弁装置５００によれば、実施の形態３と同様、既存のカム軸５２０に制御アーム５６０が取り付けられ、この制御アーム５６０に取り付けられた制御リンク５６４によってローラ５７０、５７２が支持されることで、装置全体をコンパクトに構成することができる。さらに、カム軸５２０の近傍でローラ５７０、５７２を支持する制御リンク５６４の長さは短くてすむので、可動部全体の慣性質量の増加を抑制することができる。

【０１６７】

その他、

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、上記実施の形態では、揺動カムアームを制御軸に取り付けているが、揺動カムアームの軸と制御軸とを別軸にしてもよい。

【０１６８】

また、実施の形態１にかかる連動切替機構は、実施の形態２乃至４の何れの構成にも適用することが可能である。

【０１６９】

また、上記実施の形態では、本発明をロッカーアーム方式の動弁装置に適用しているが、直動式等の他の形式の動弁装置にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【０１７０】

【図１】 本発明の実施の形態１にかかる可変動弁装置の構成を示す斜視図である。

【図２】 本発明の実施の形態１にかかる可変動弁装置の構成を示す分解図である。

【図３】 本発明の実施の形態１にかかる可変動弁装置の構成を示す模式的な正面図である。

【図４】 スライド面の形成方法の１つの例を説明するための説明図である。

【図５】 スライド面の形成方法の別の例を説明するための説明図である。

【図６】 本発明の実施の形態１にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、（Ａ）はバルブの閉弁時、（Ｂ）はバルブの開弁時を示している。

【図７】 本発明の実施の形態１にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図で

のつ、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

【図8】ロッカーローラの揺動カム面上での位置とバルブのリフト量との関係を示す図である。

【図9】バルブタイミングとリフト量との関係を示す図である。

【図10】実現可能なバルブタイミングーリフト特性の1つの例を示す図である。

【図11】実現可能なバルブタイミングーリフト特性の別の例を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の可変機構を模式的に示す図である。

【図13】従来の可変動弁装置の可変機構を模式的に示す図である。

【図14】本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の従来の可変動弁装置に対する利点を説明するための図である。

【図15】従来の可変動弁装置の課題を説明するための図である。

【図16】本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の構成を示す斜視図である。

【図17】図16のA方向の側面視図である。

【図18】本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

【図19】本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

【図20】本発明の実施の形態3にかかる可変動弁装置の構成を示す側面視図である。

【図21】本発明の実施の形態3にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

【図22】本発明の実施の形態3にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

【図23】本発明の実施の形態4にかかる可変動弁装置の構成を示す側面視図である。

【図24】本発明の実施の形態4にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

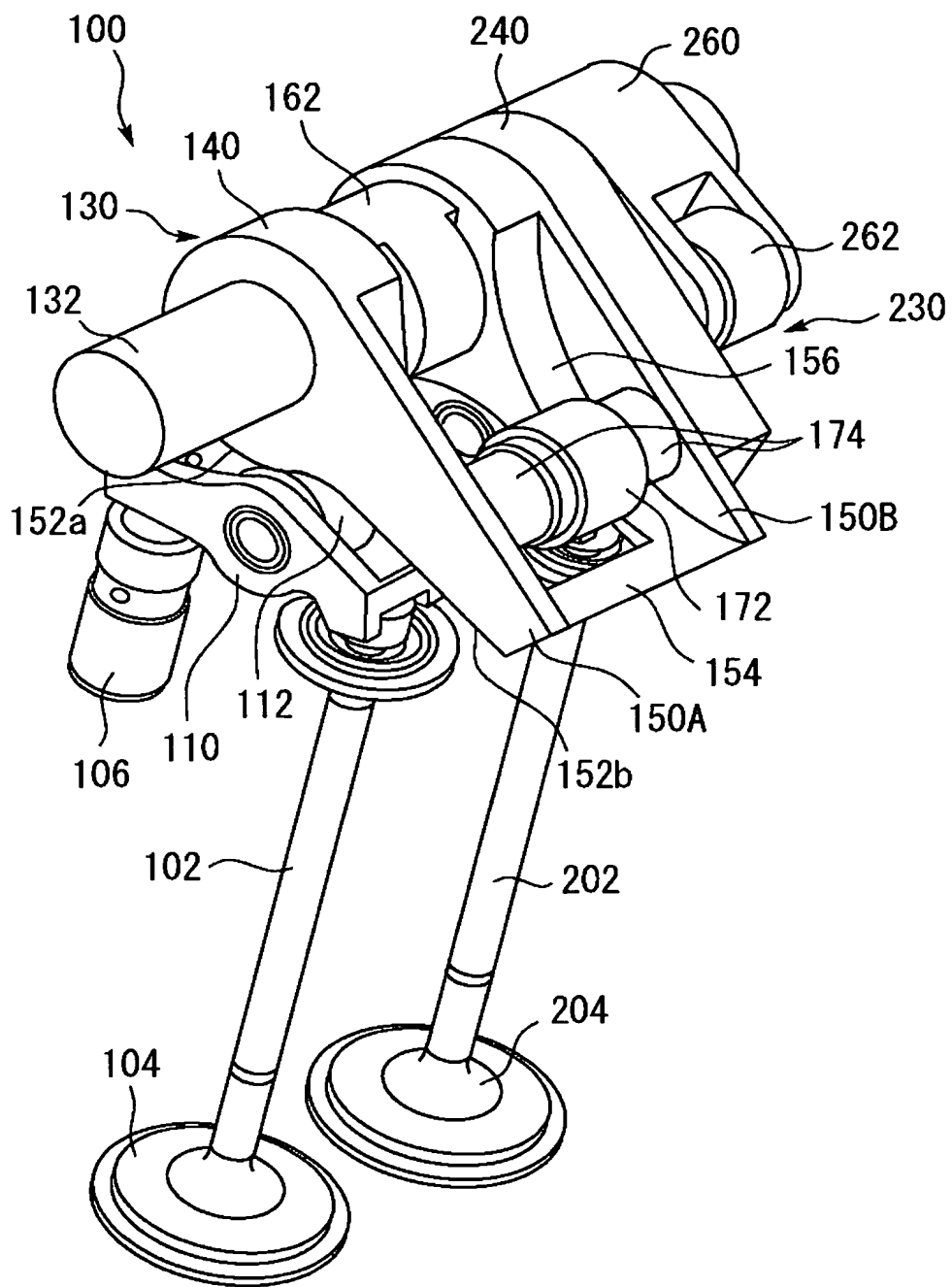
【図25】本発明の実施の形態4にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

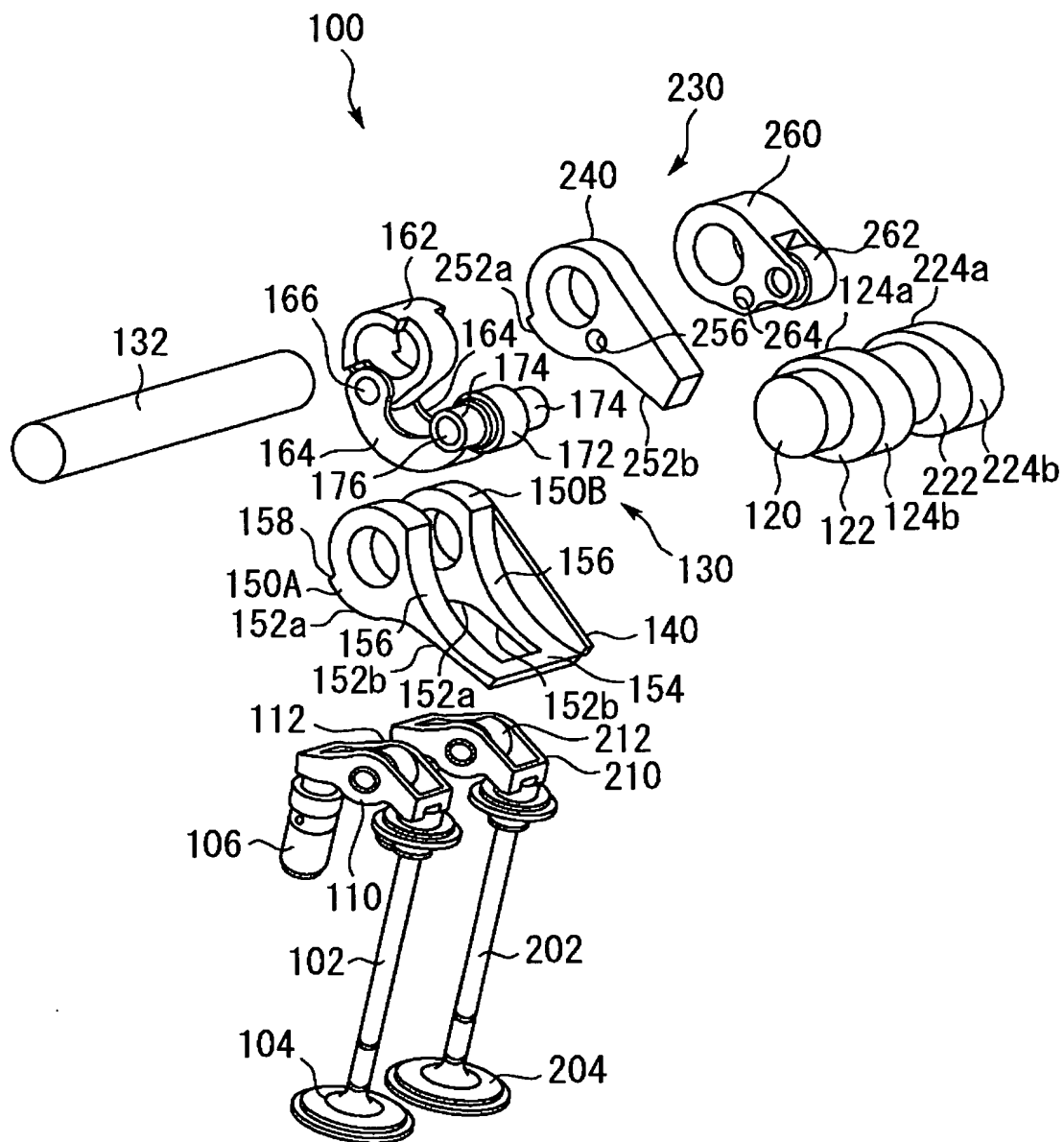
【符号の説明】

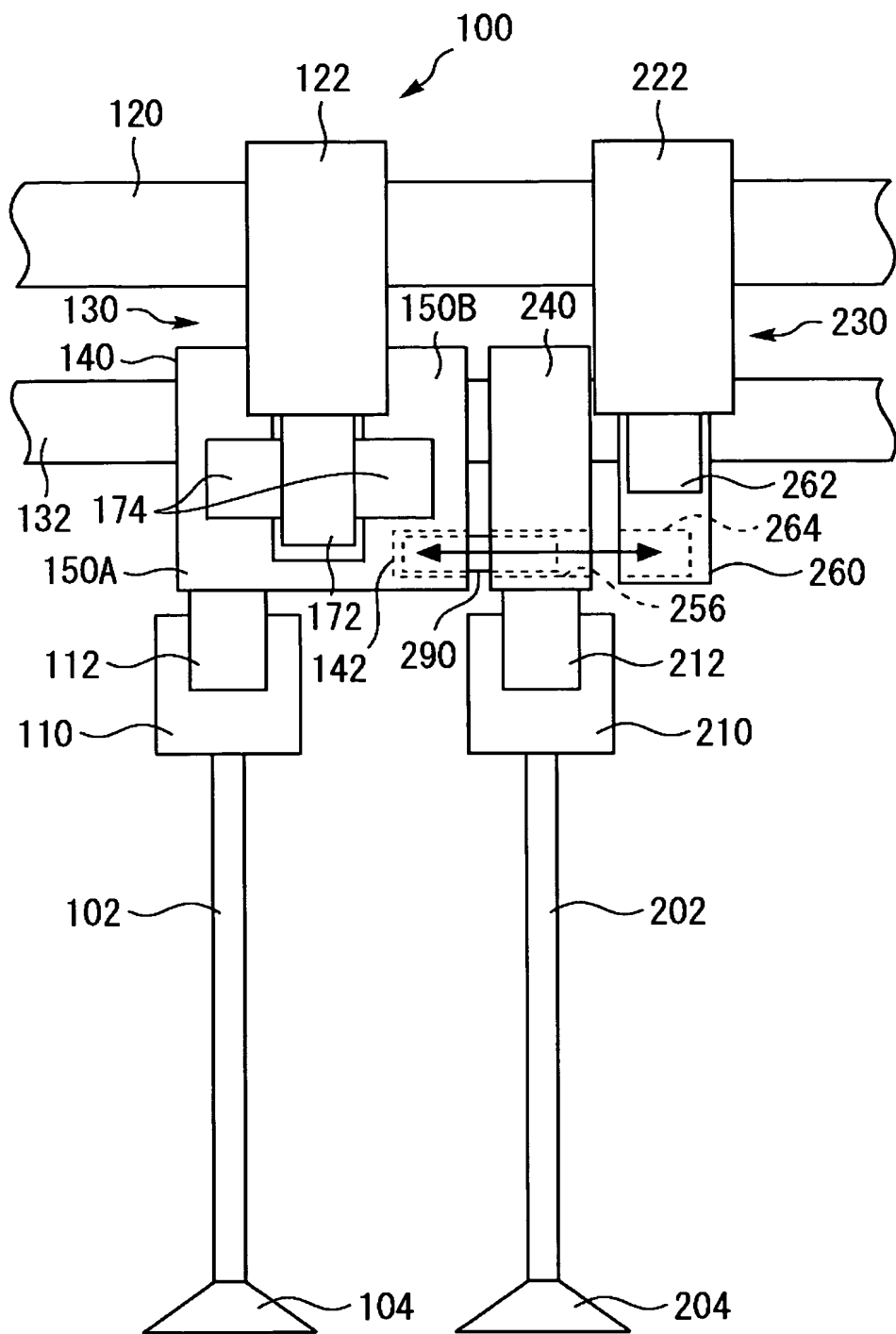
【0171】

1 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0	可變動弁装置
1 0 4 , 2 0 4 , 3 0 4 , 4 0 4 , 5 0 4	バルブ
1 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 , 4 1 0 , 5 1 0	ロッカーアーム
1 2 0 , 3 2 0 , 4 2 0 , 5 2 0	カム軸
1 2 2 , 2 2 2 , 3 2 2 , 4 2 2 , 5 2 2	駆動カム
1 2 4 , 2 2 4 , 3 2 4 , 4 2 4 , 5 2 4	駆動カム面
1 3 0 , 3 3 0 , 4 3 0 , 5 3 0	可変機構
1 3 2 , 3 3 2 , 4 3 2 , 5 3 2	制御軸
1 4 0 , 3 4 0 , 4 5 0 , 5 5 0	揺動カムアーム
1 5 2 , 3 5 2 , 4 5 2 , 5 5 2	揺動カム面
1 5 6 , 3 5 6 , 4 5 6 , 5 5 6	スライド面
1 6 2	制御アーム
1 6 4	リンクアーム
1 7 2 , 3 6 2 , 4 7 0 , 5 7 0	第 1 ローラ
1 7 4 , 3 6 4 , 4 7 2 , 5 7 2	第 2 ローラ
2 3 0	固定機構
2 4 0	第 2 揺動カムアーム
2 5 2	揺動カム面

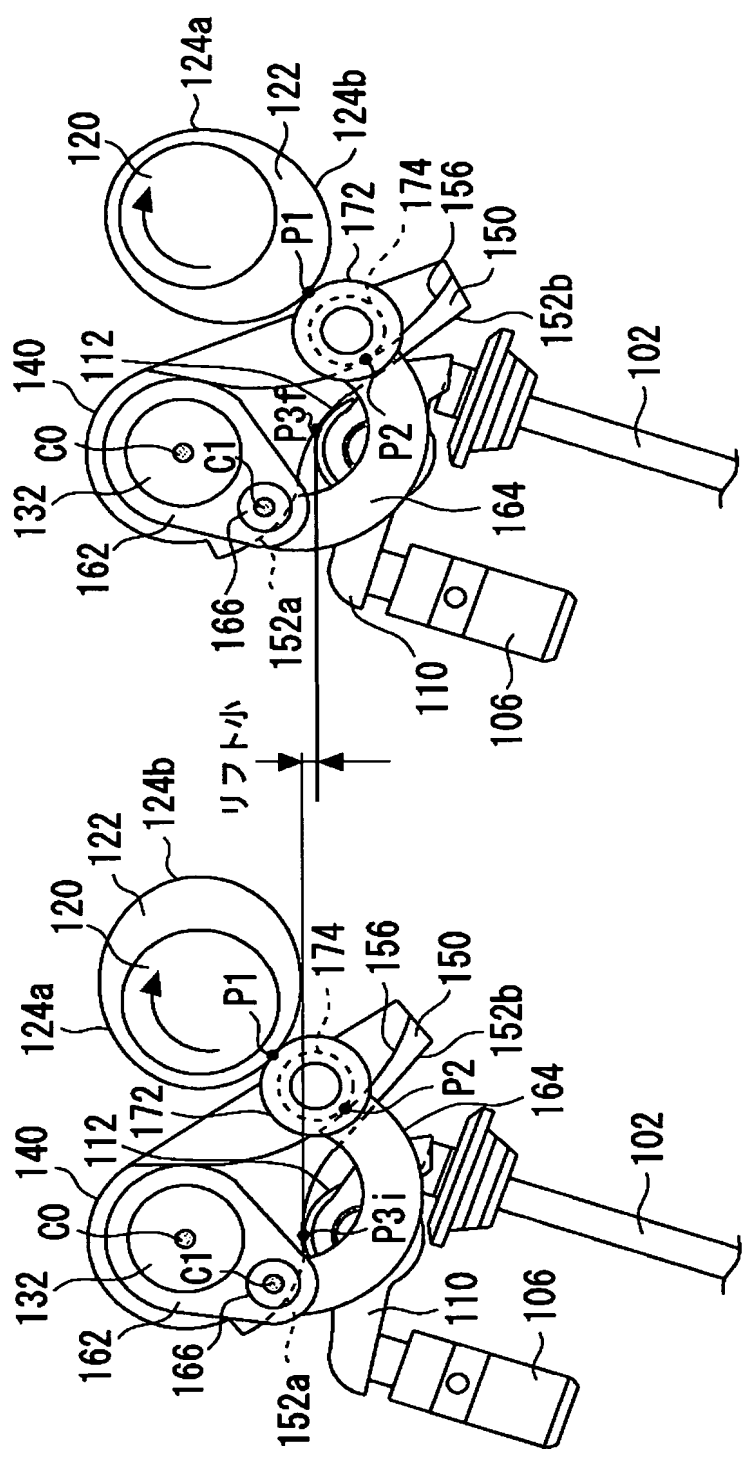
- 2 0 0 ロケットモーションノーム
- 2 6 4 ピン孔
- 2 9 0 ピン
- 3 3 4 偏心円盤
- 3 6 0 偏心アーム
- 4 3 4 , 5 3 4 第 1 ギヤ
- 4 6 2 , 5 6 2 第 2 ギヤ
- 4 6 6 ガイド
- 5 6 4 制御リンク
- P 1 第 1 ローラの駆動カム面上での接触位置
- P 2 第 2 ローラのスライド面上での接触位置
- P 3 i ロッカーローラの揺動カム面上での初期接触位置
- P 3 f ロッカーローラの揺動カム面上での最終接触位置



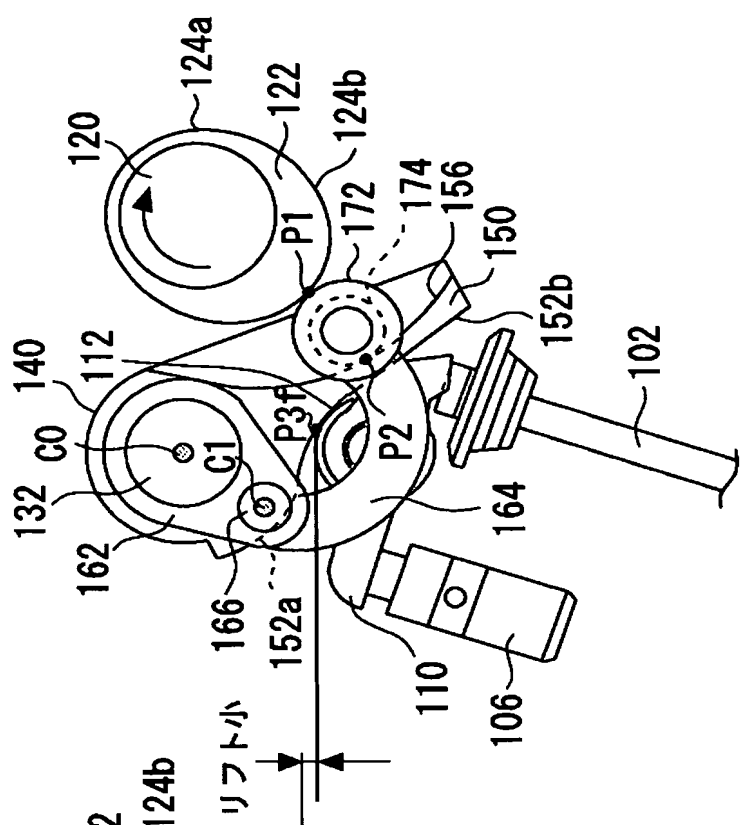


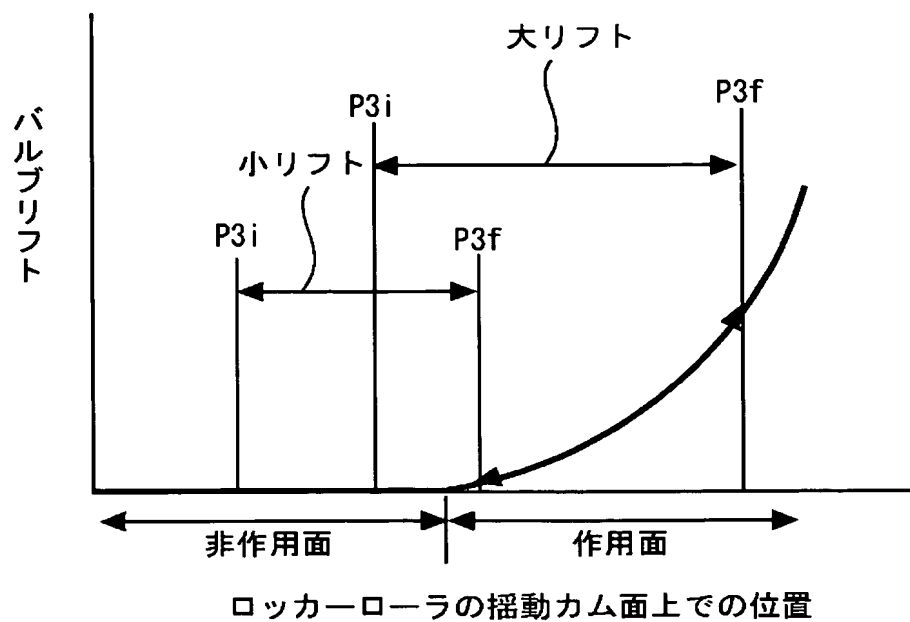


(A)

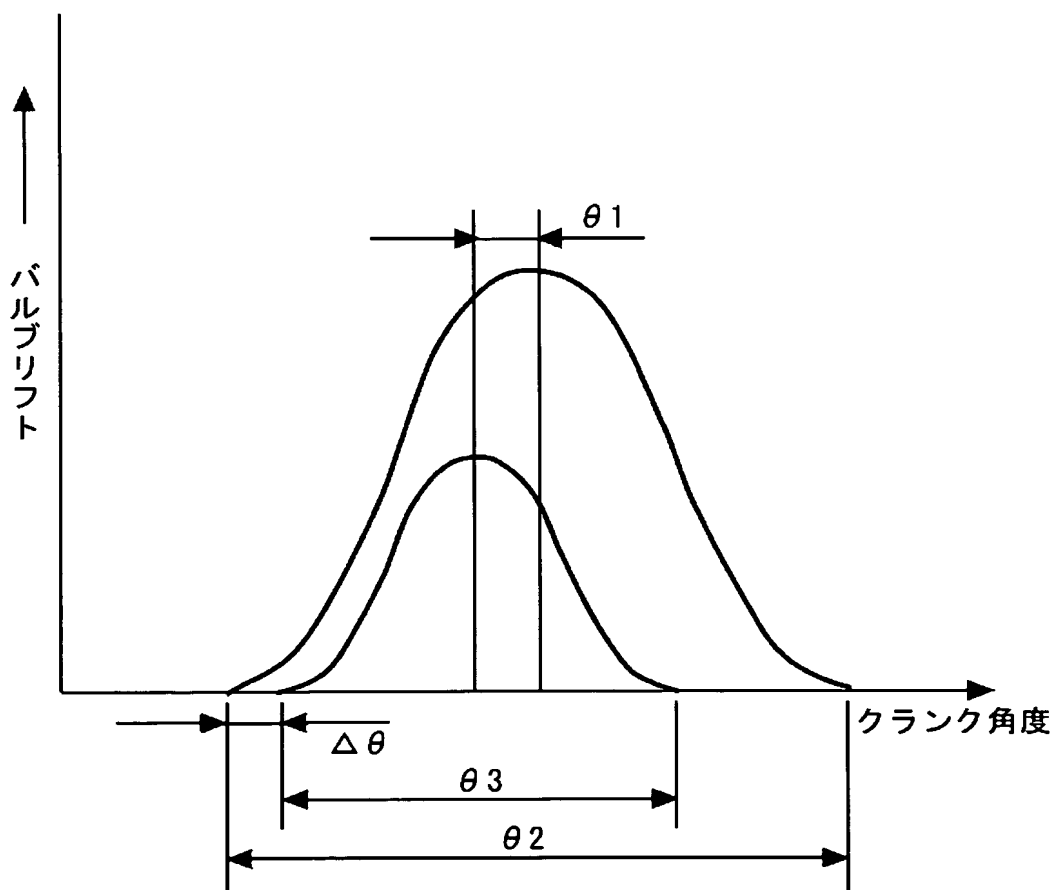


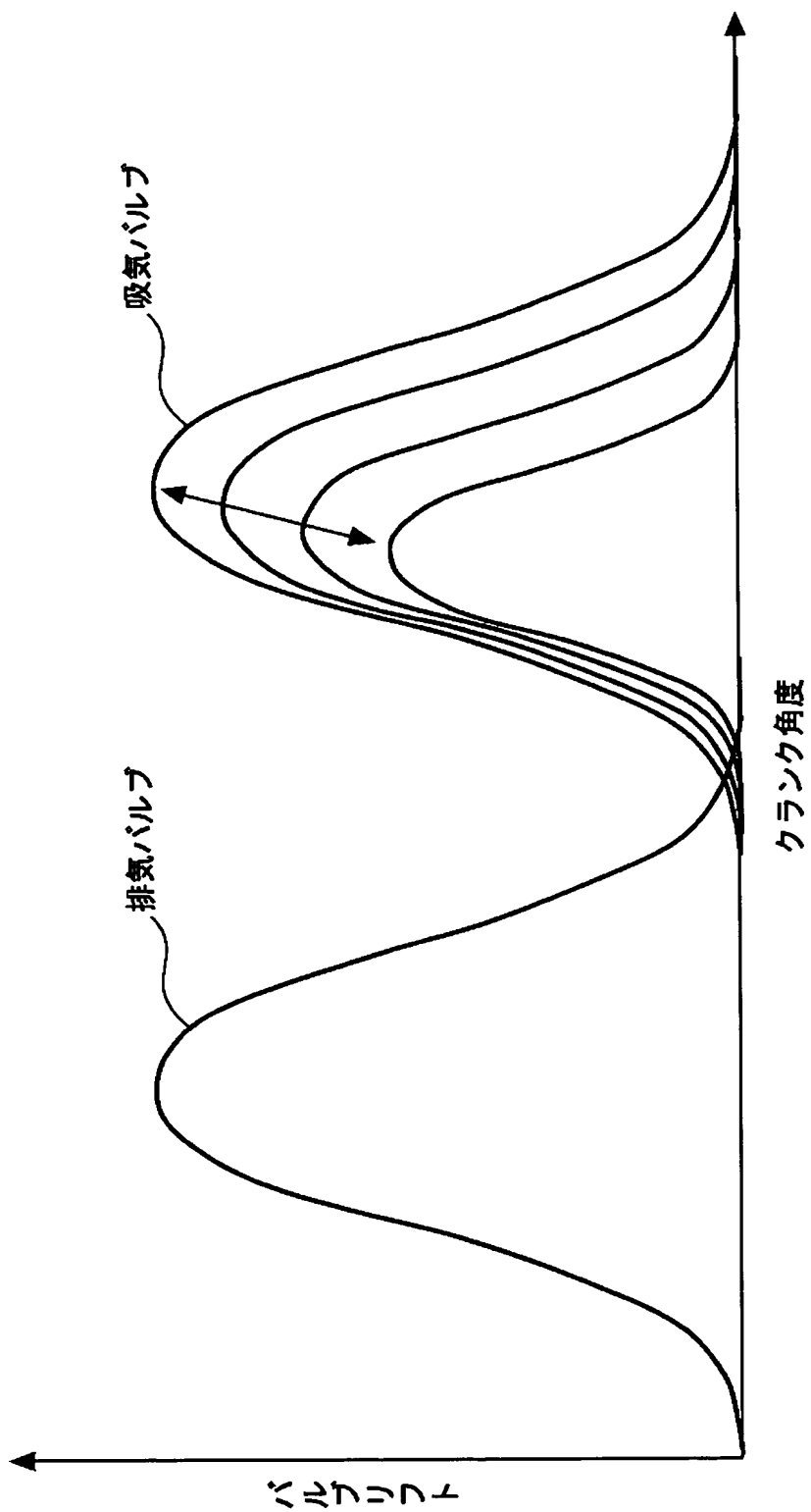
(B)

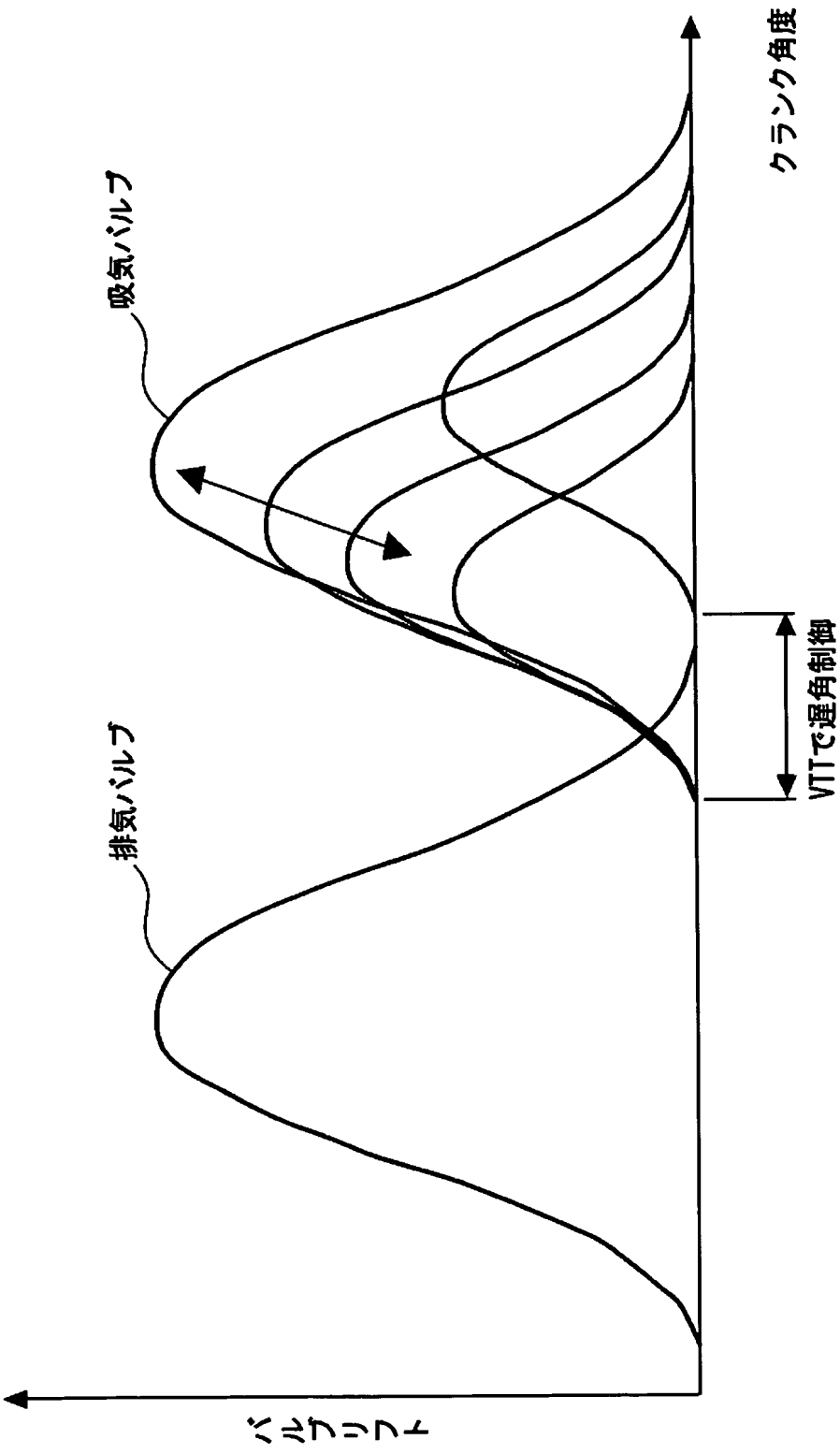


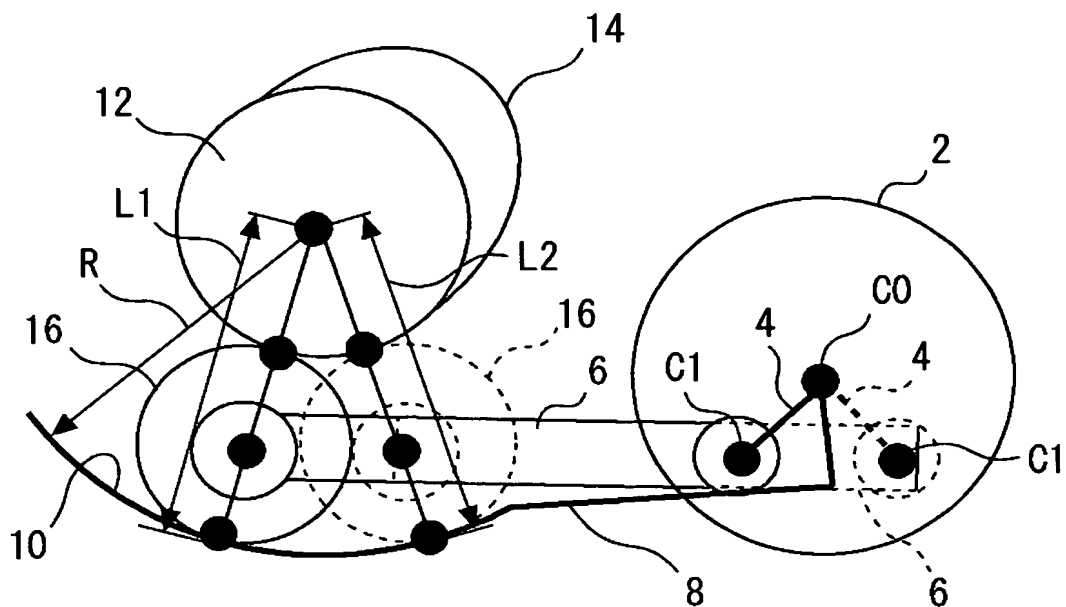


【図 9】

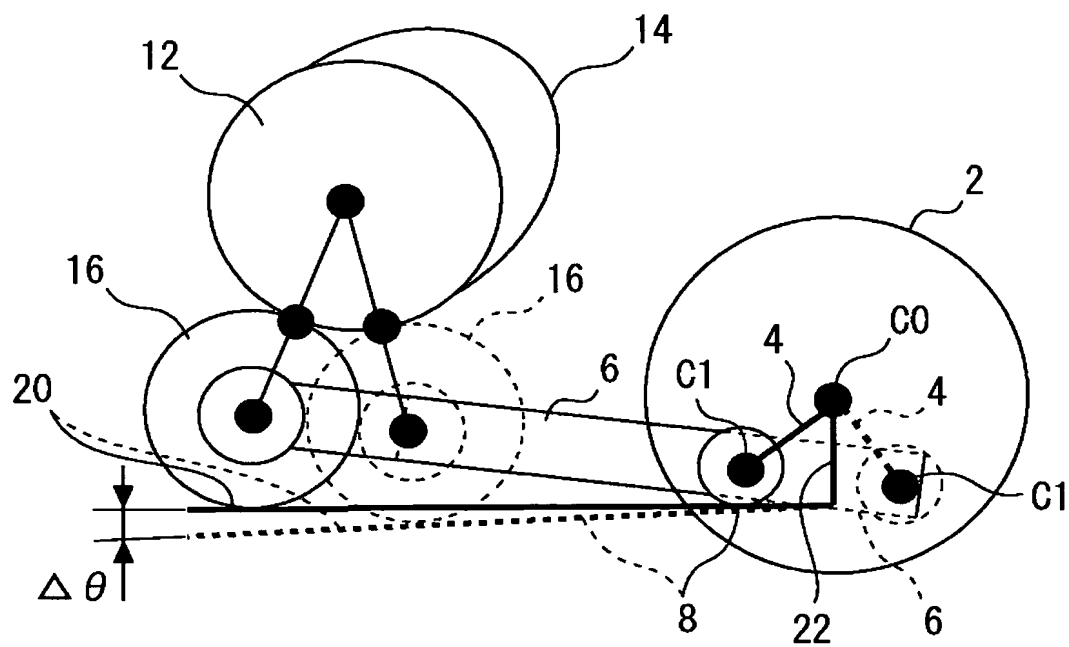


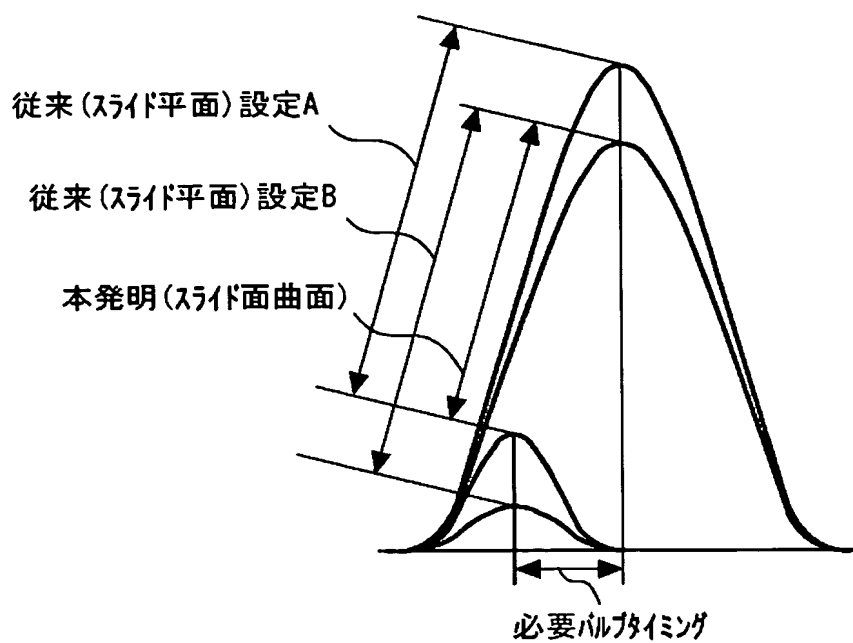




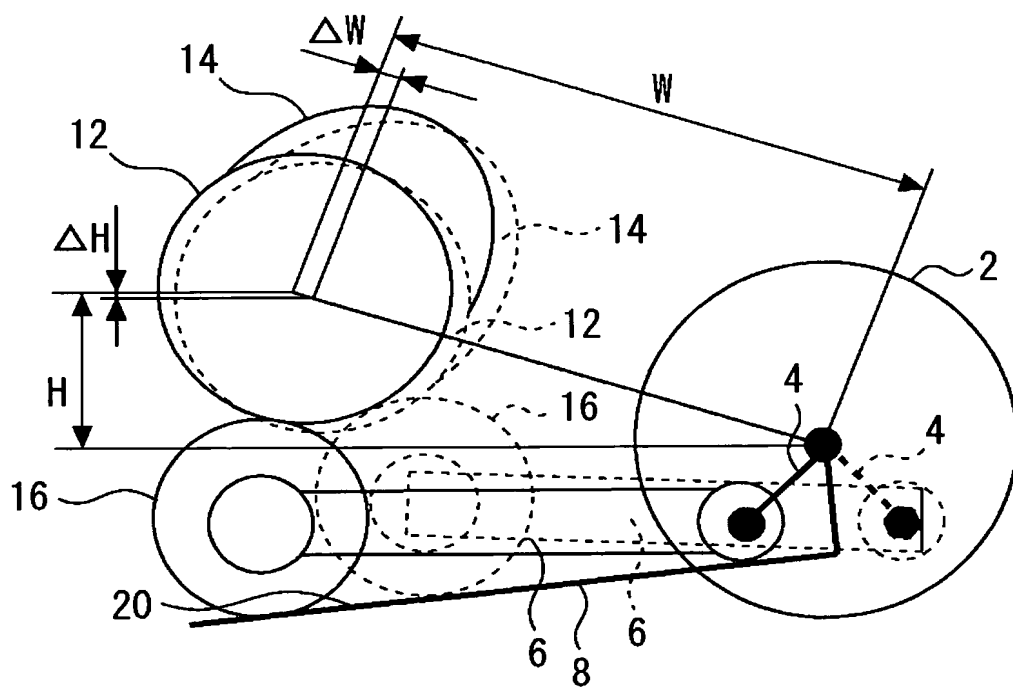


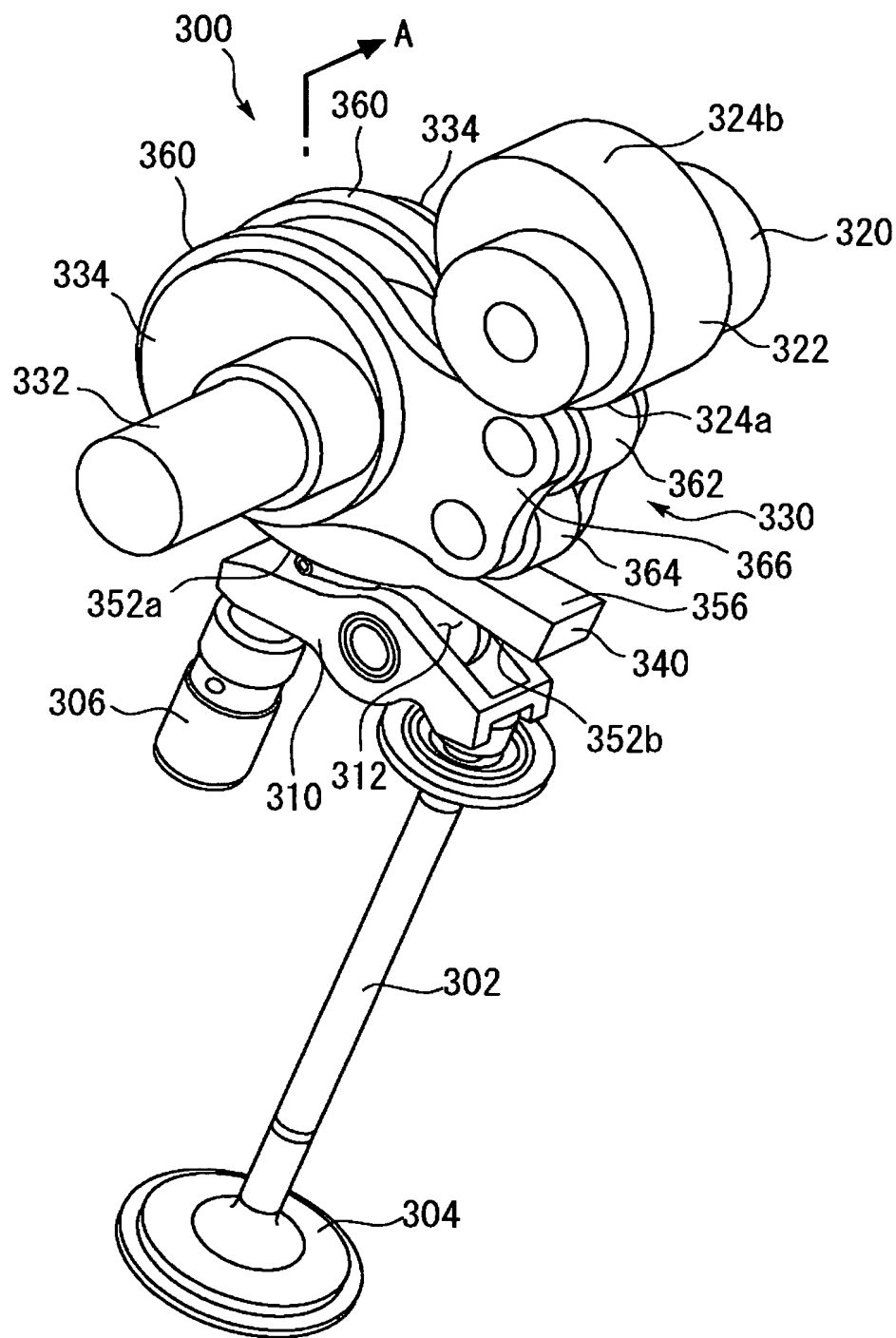
【図 13】

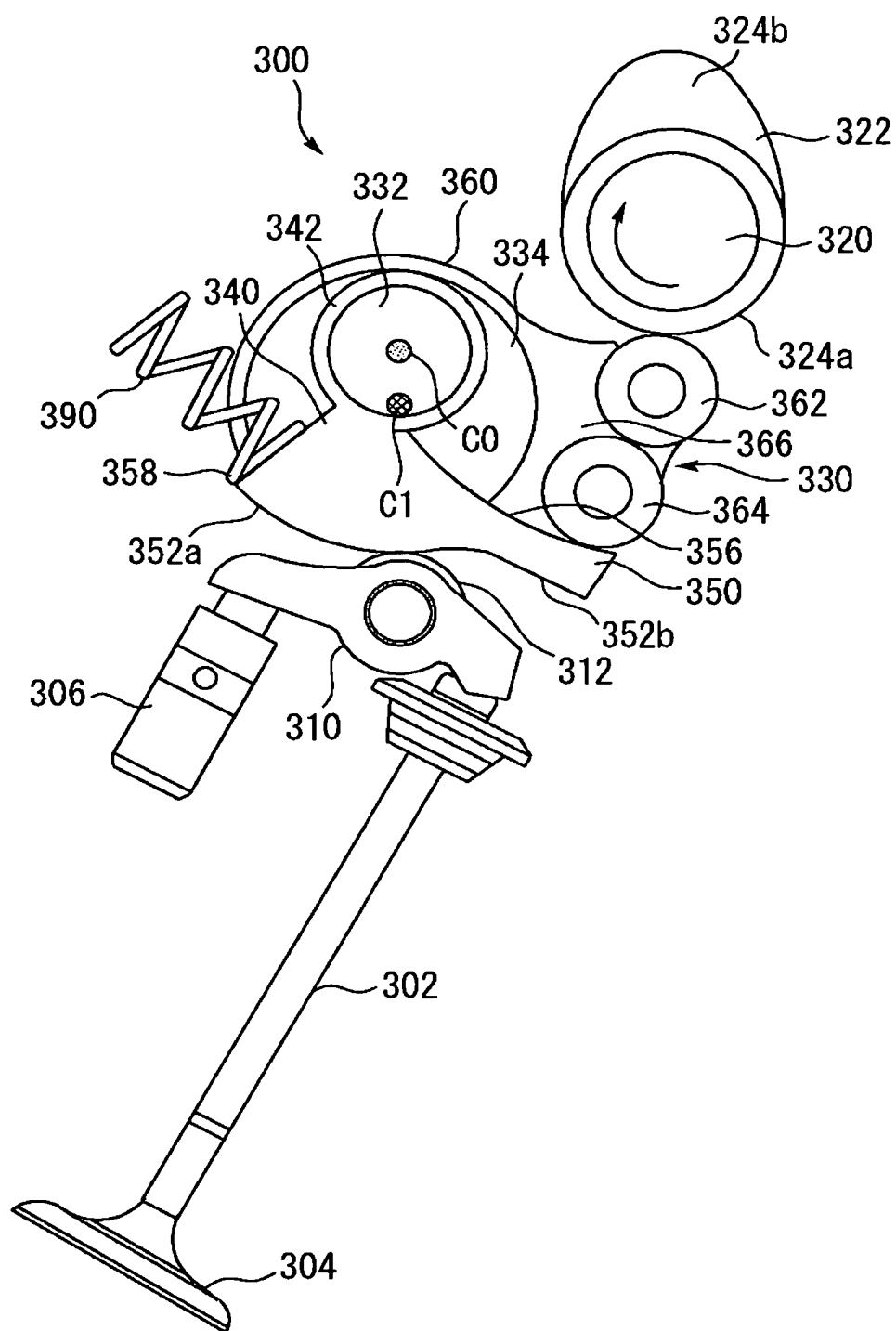




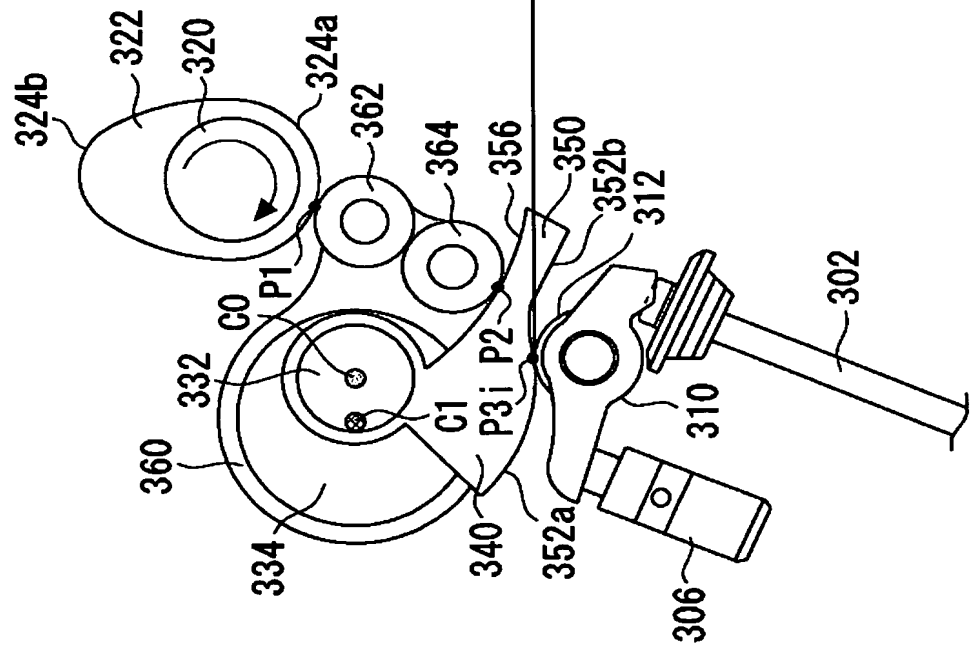
【図 15】



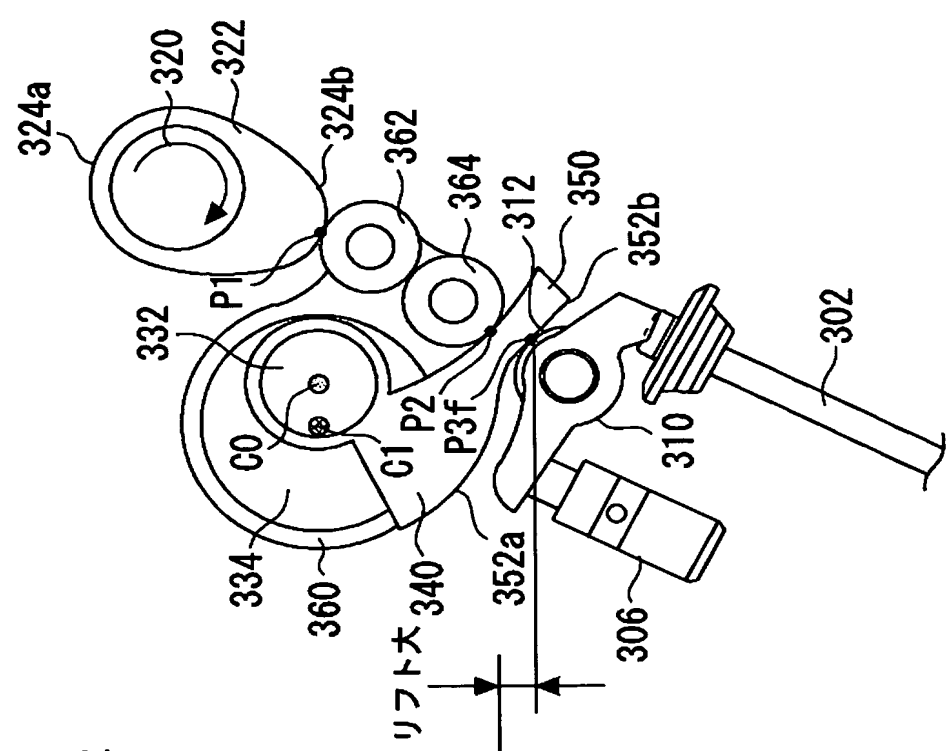


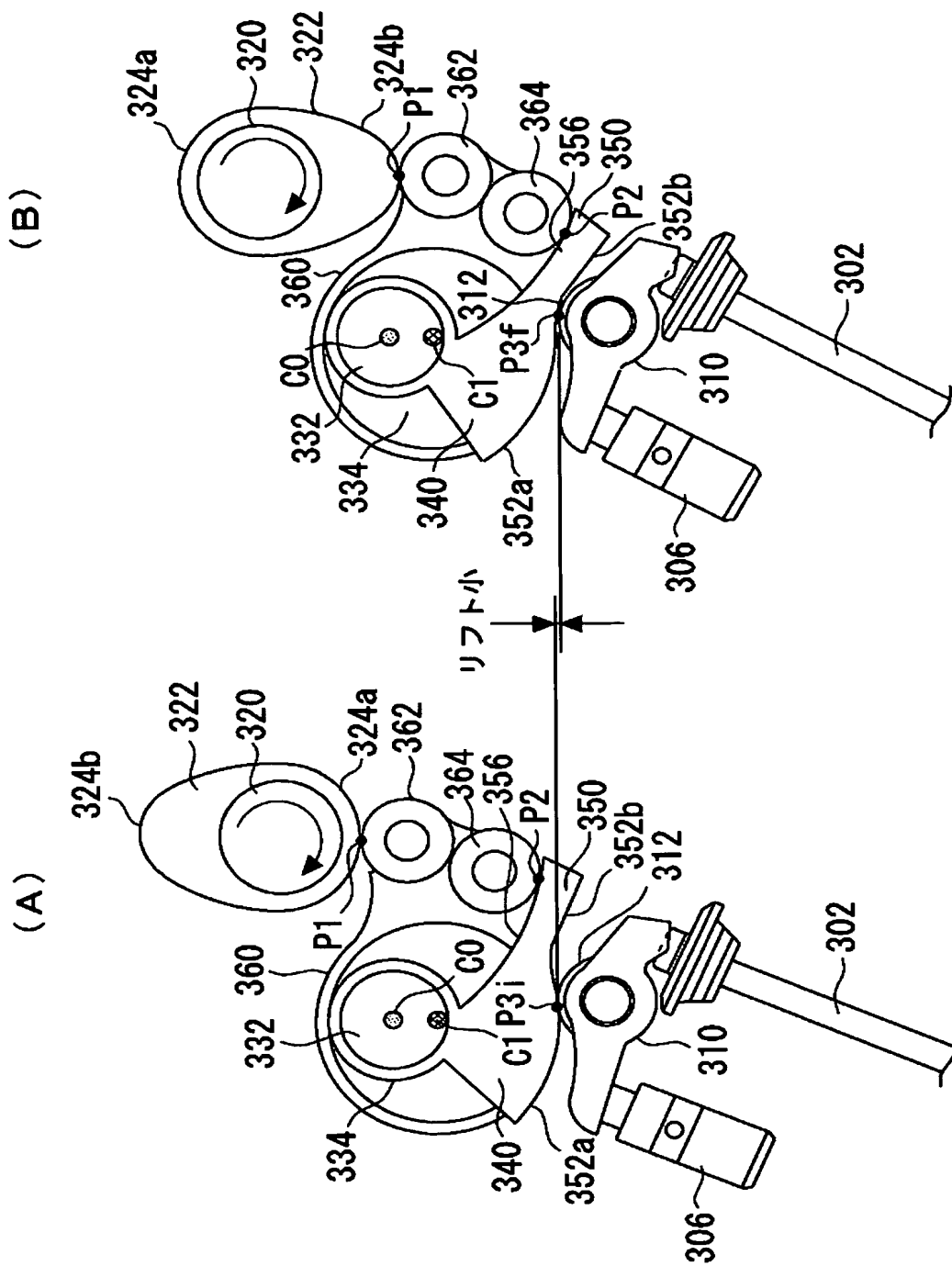


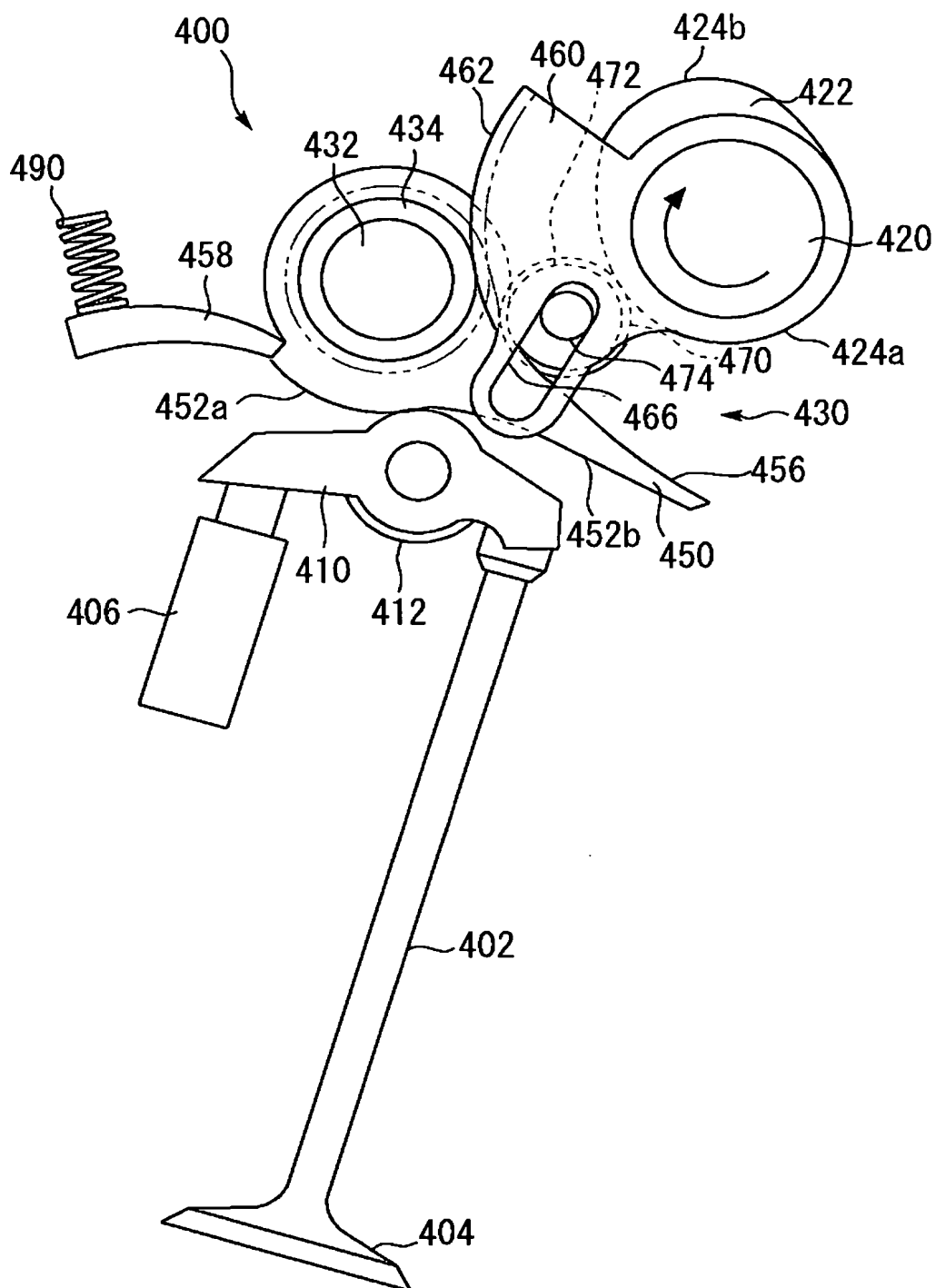
(A)

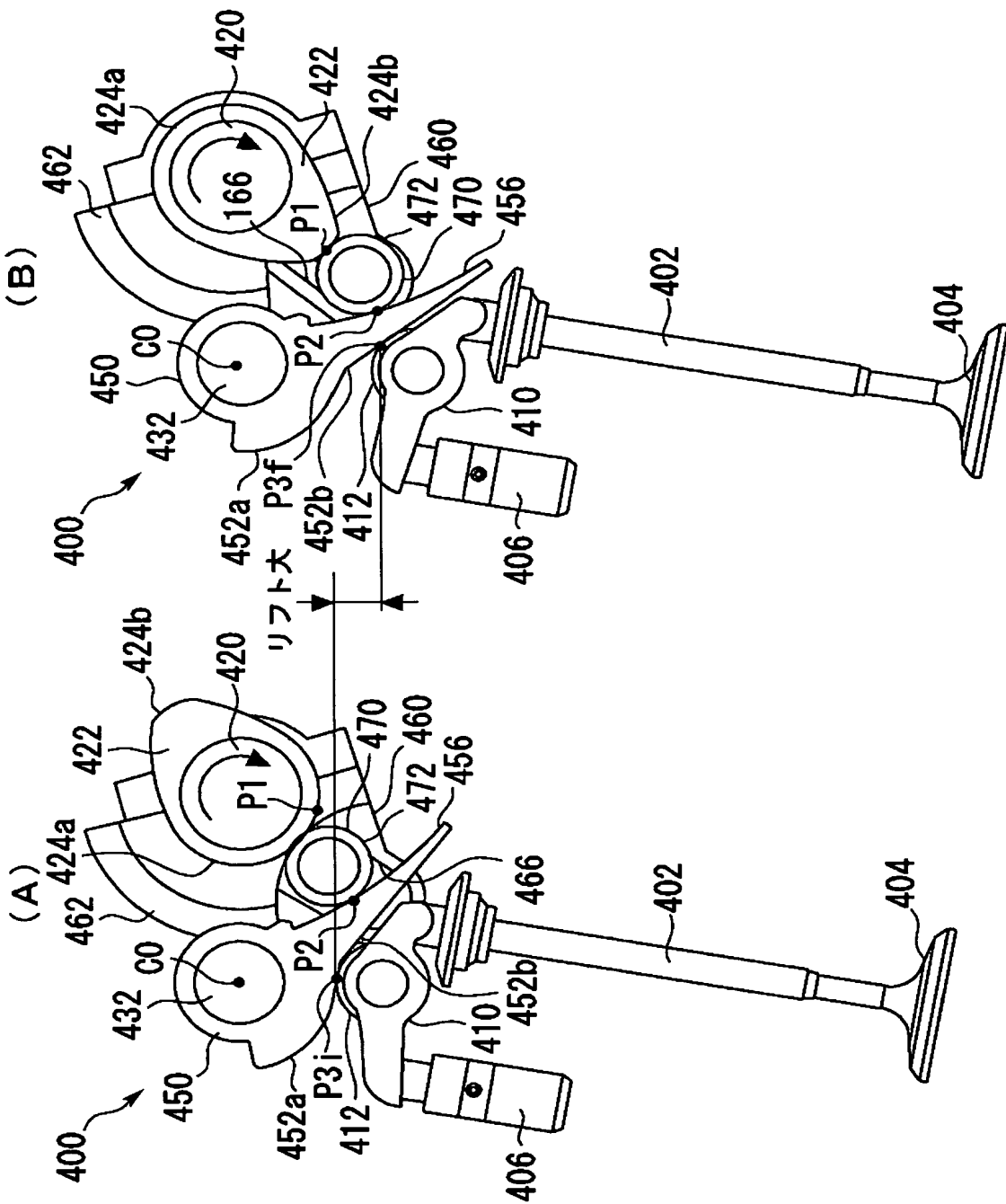


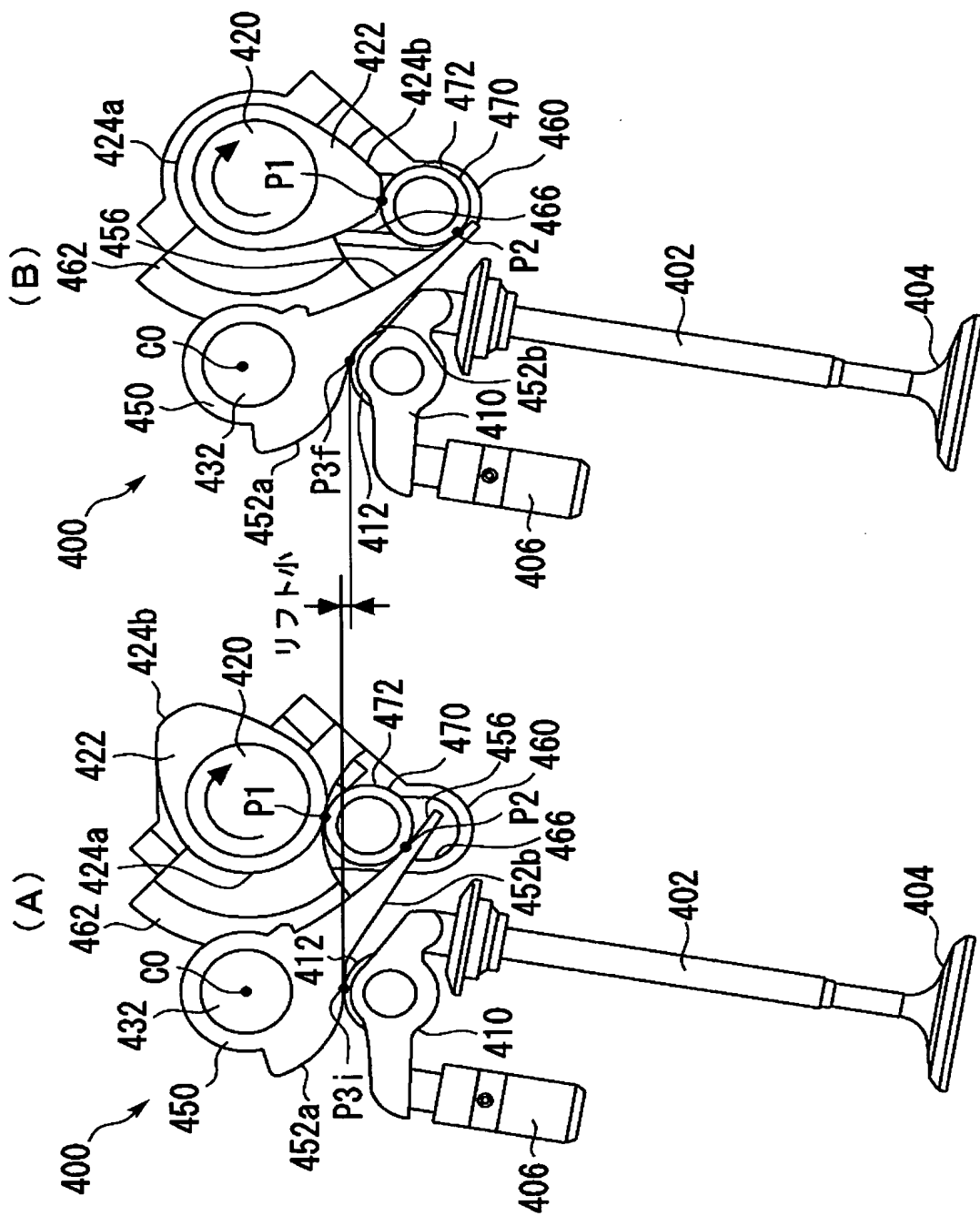
(B)

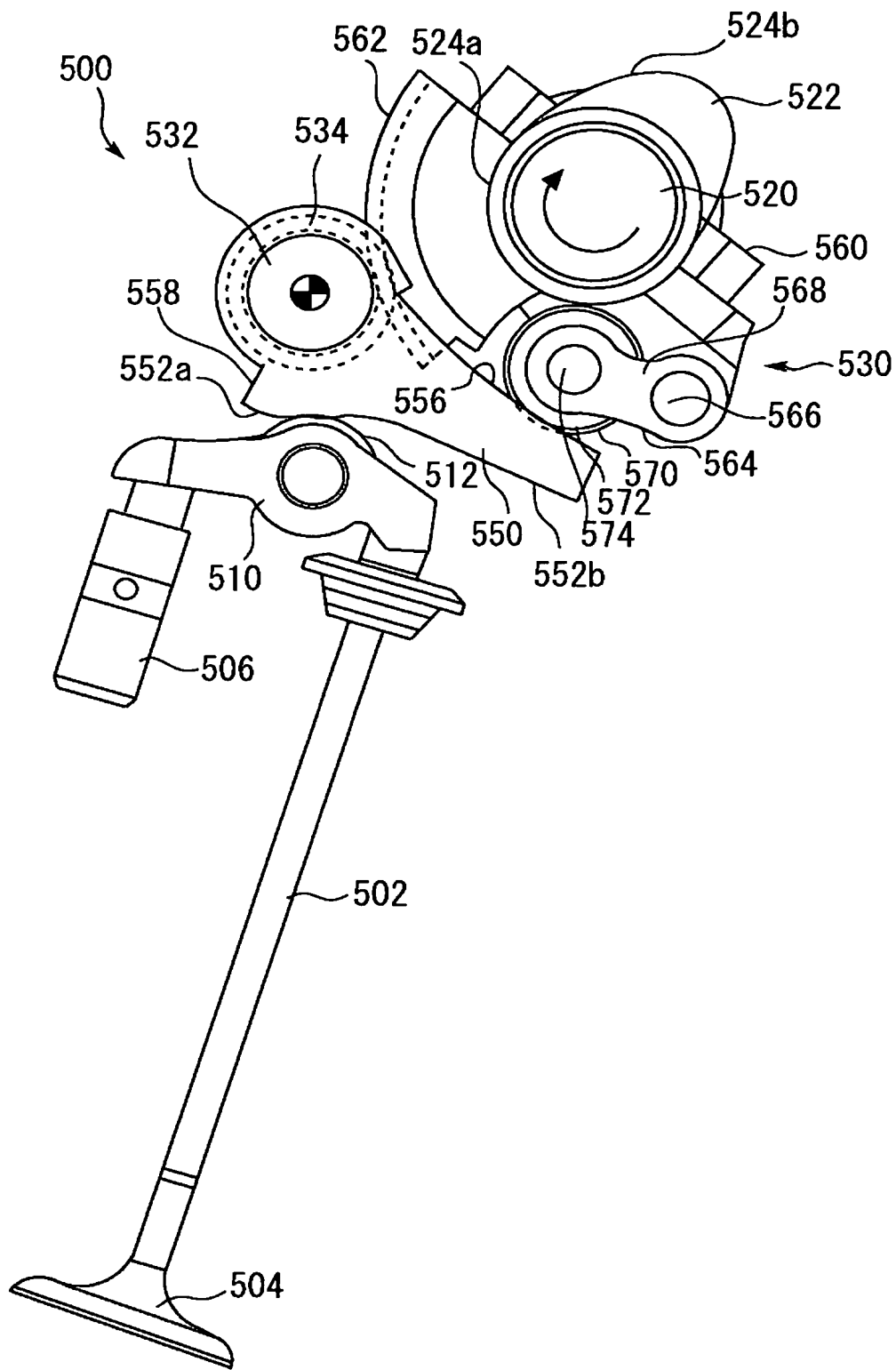


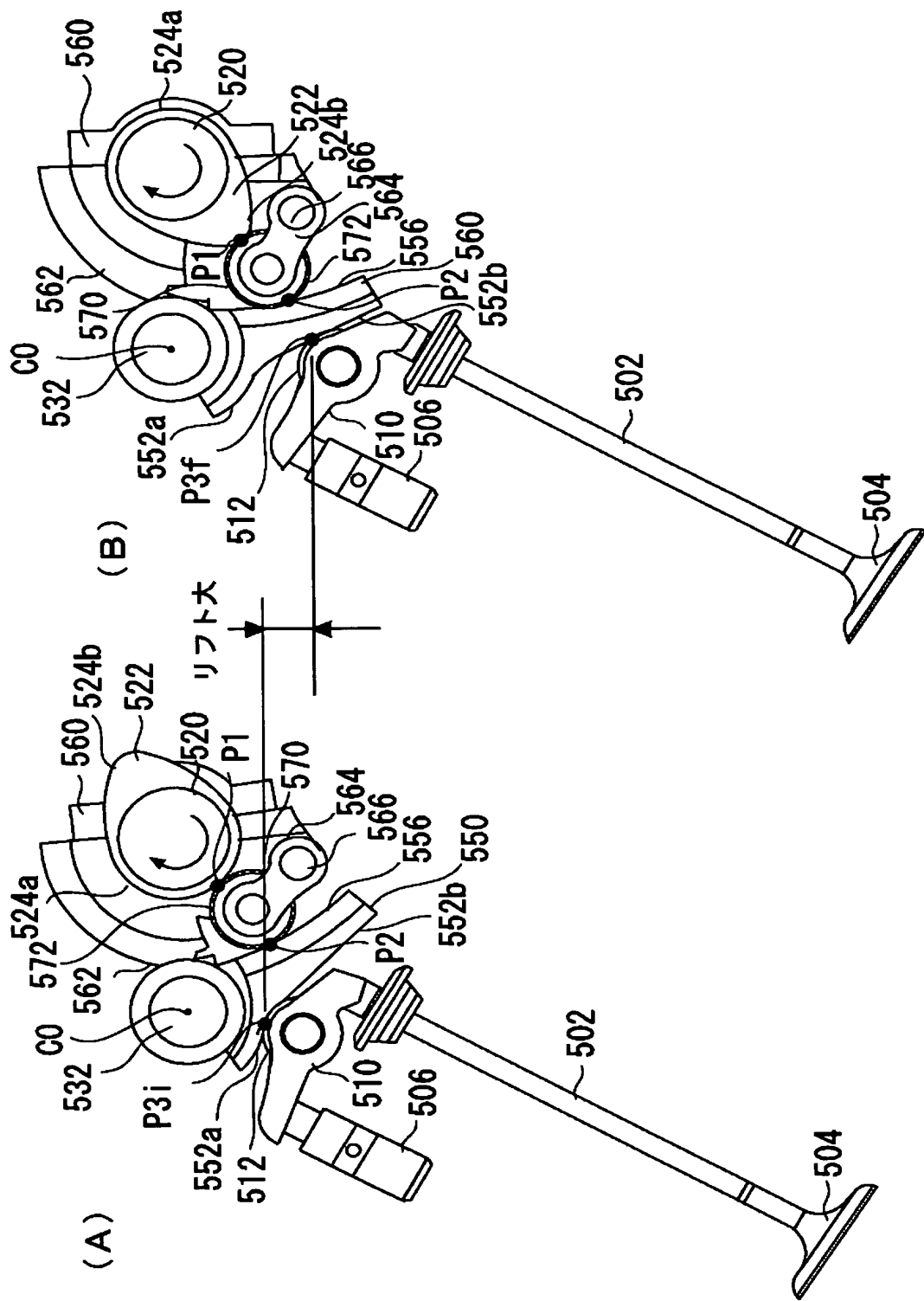


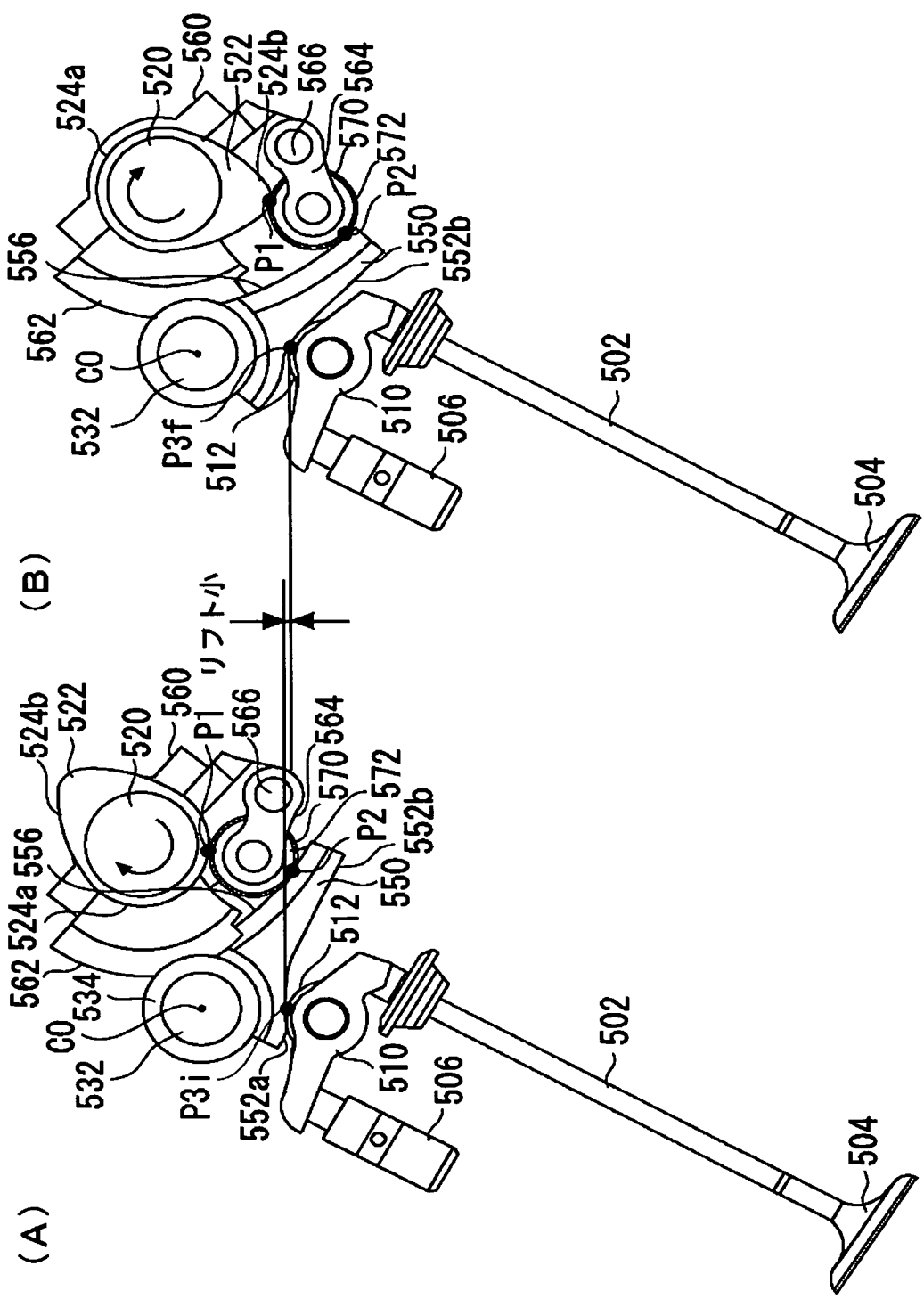












【要約】

【課題】 可変動弁装置に関し、リフト量の変化にバルブタイミングの変化を連動させて理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現できるようにする。

【解決手段】 駆動カム 122 の回転運動を中間部材 172, 174 を介して揺動部材 140 のスライド面 156 に伝達する。中間部材 172, 174 のスライド面 156 上での位置は、連動機構 162, 164 によって制御軸 132 の回転に連動させて変化させる。スライド面 156 は、揺動部材 140 の揺動中心からの距離が大きくなるほどカム軸 120 の中心からの距離が大きくなるように駆動カム 122 側に湾曲して形成する。

【選択図】 図 6

Q

0 0 0 0 0 3 2 0 7

• 19900827

新規登録

5 0 1 3 2 4 7 8 6

愛知県豊田市トヨタ町1番地

トヨタ自動車株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/016185

International filing date: 30 August 2005 (30.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-252559
Filing date: 31 August 2004 (31.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 September 2005 (29.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse